

ROBERTO ANTONIO FERNÁNDEZ

Identificação dos Atributos do Solo Determinantes da
Qualidade de Sítio para *Araucaria angustifolia* (BERT)
O. Ktze., com Apoio na Metodologia
da Análise Estrutural

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal do
Setor de Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Paraná, como requisito parcial
para a obtenção do Título de Mestre em
Ciências Florestais.

CURITIBA
1989

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato ROBERTO ANTONIO FERNANDEZ, sob o título "IDENTIFICAÇÃO DOS ATRIBUTOS DO SOLO DETERMINANTES DA QUALIDADE DE SÍTIO PARA Araucaria angustifolia (Hert) O.Ktze., com apoio na metodologia da análise estrutural" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

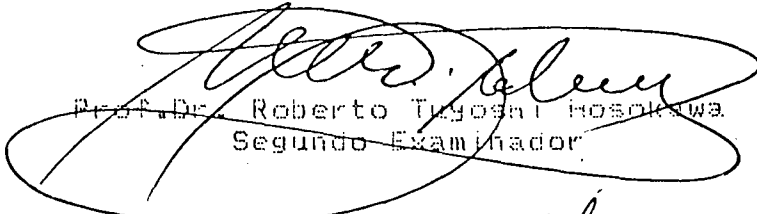
Observação:

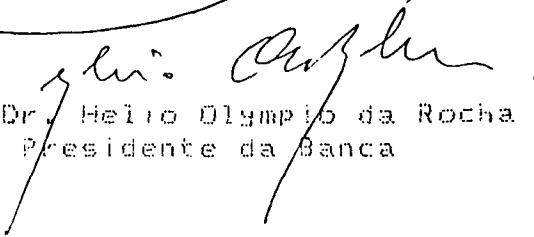
O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 28 de novembro de 1989




Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Roberto Takyoshi Hosokawa
Segundo Examinador


Prof. Dr. Helio Olympio da Rocha
Presidente da Banca

Aos meus pais, im memoriam

A Adriana, minha esposa

A Luciana, Ezequiel e Matías, meus filhos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Hélio O. da Rocha, pela sua orientação e estímulo recebidos durante o desenvolvimento deste trabalho, e por seu respeito e amizade.

Aos meus co-orientadores, Profs. Drs. Roberto T. Hosokawa, Carlos B. Reissmann e Arthur Santos Filho, pelo apoio e auxílios oferecidos em diferentes fases do trabalho, e por sua amizade.

Ao Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA), da Argentina, e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, pela oportunidade da realização do curso.

Aos Profs. Drs. Sebastião A. Machado e Marcos L. de Paula Souza, pelas sugestões oferecidas em aspectos da dasometria e da medição da água no solo, respectivamente, e por sua amizade.

Ao Prof. Dr. Flavio F. Kirchner, pelas sugestões oferecidas para a análise estatística e por sua colaboração para o processamento das cartografias na Aerodata.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (ex IBDF) pela permissão para o levantamento de dados. Ao Diretor da Flona de Irati, Mario L. Morossini, ao Eng. Gracia Traggiano, e aos demais funcionários dessa Flona, pela importante colaboração recebida durante o trabalho de campo, e por sua amizade.

A Empresa Aerodata S. A. pela possibilidade do processamento de parte das cartografias e, em especial, aos funcionários João N. Destro e Roberto E. Preoski, os quais realizaram o trabalho.

A Fundação de Pesquisas Florestais da UFPR, através do Projeto Flonas, ao Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia do Governo do Estado do Paraná, e à CAPES pelo custeio parcial das análises de laboratório e do trabalho de campo. além de outros serviços.

Aos meus amigos, Engs. Jorge Glade e Ramon A. Friedl pelo fornecimento do programa para análise de tronco, e pelas importantes sugestões oferecidas para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu amigo e colega Carlos A. Borba Schuler pela sua colaboração na correção do português.

Aos funcionários dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Florestal e em Agronomia da UFPR, dos laboratórios de análise de solo e nutrição, e da biblioteca do Setor de Ciências Agrárias, pela colaboração recebida, e por sua amizade.

Aos colegas e amigos de ambos os Cursos e da Escola de Engenharia Florestal que possibilitaram uma convivência impossível de esquecer.

Finalmente, em especial, a minha esposa e a meus filhos pelo apoio e compreensão recebidos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ROBERTO ANTONIO FERNANDEZ, filho de Antonio Fernández e Maria Mayer, nasceu na cidade de Buenos Aires, República Argentina, no dia 22 de janeiro de 1952.

Entre 1974 e 1977 foi monitor nas Universidades Nacionais de Buenos Aires e de Lomas de Zamora.

Em abril de 1977 graduou-se em Agronomia na Universidade Nacional de Buenos Aires.

Entre 1977 e 1981 desempenhou-se no Departamento Técnico da Cooperativa Agrícola Eldorado, Misiones, Argentina.

Em 1977 ingressou ao corpo docente da Faculdade de Ciências Florestais, Universidade Nacional de Misiones, nas disciplinas Edafologia e Uso e Manejo de Solos Florestais. Em 1980 foi designado Professor Adjunto, cargo que ocupa até hoje.

Entre 1981 e 1985 foi Diretor da Escola Agrotécnica Eldorado da Universidade Nacional de Misiones.

Em 1986 ingressou ao Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), onde desempenha tarefas nas áreas de levantamento de solos e silvicultura.

No ano de 1987 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Paraná, na Área de Concentração Silvicultura.

S U M Á R I O

	<u>LISTA DE FIGURAS</u>	ix
	<u>LISTA DE TABELAS</u>	x
	<u>RESUMO</u>	xi
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	01
2	<u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	03
2.1	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO PINHEIRO. SÍNTESE DE SUAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS	03
2.2	DESMATAMENTO DA ARAUCARIA. ÁREAS NATIVA REMANESCENTE E REFLORESTADA. PRINCIPAIS PROBLEMAS PARA SEU REFLORESTAMENTO.	04
2.3	QUALIDADE DE SÍTIO, COM ÊNFASE ESPECIAL NO PINHEIRO.	06
2.3.1	Conceito de sítio	06
2.3.2	Fatores ambientais	07
2.3.2.1	Climáticos, geográficos e topográficos	07
2.3.2.2	Vegetação	08
2.3.2.3	Edáficos.	08
2.3.2.3.1	Características físicas e morfológicas	08
2.3.2.3.2	Características químicas	13
2.3.2.3.3	Características biológicas.	14
2.3.2.3.4	Tipos de solo	15
2.3.3	Aspectos metodológicos na avaliação da qualidade de sítio.	18
2.3.3.1	Métodos de avaliação.	18
2.3.3.2	Variáveis independentes (causa)	18
2.3.3.3	Variáveis dependentes (efeito).	19

2.3.3.4	Tamanho e variabilidade da área de estudo	20
2.3.3.5	Análise estrutural	22
2.4	APTIDAO FLORESTAL DAS TERRAS. IMPORTÂNCIA DA SUA DETERMINAÇÃO	23
3	<u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	25
3.1	ÁREA DE TRABALHO.	25
3.1.1	Localização.	25
3.1.2	Caracterização do ambiente físico e da vegetação. .	25
3.2	MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DE DADOS.	32
3.2.1	Levantamento de campo.	32
3.2.1.1	Edáfico.	32
3.2.1.2	Dendrométrico.	35
3.2.2	Laboratório.	36
3.2.2.1	Análise de solo.	36
3.2.2.2	Análise de tronco.	38
3.3	MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS E EXPRESSAO DOS RESULTADOS.	39
3.3.1	Solos.	39
3.3.1.1	Classificação.	39
3.3.1.2	Expressão cartográfica.	39
3.3.2	Crescimento em altura.	40
3.3.2.1	Curvas de índice de sitio.	40
3.3.2.2	Cartografia de classes de sitio.	42
3.3.3	Relações entre características edáficas e crescimento em altura.	42
3.3.3.1	Análise estatística.	42

3.3.3.1.1	Variáveis independentes. Transformações empregadas.	42
3.3.3.1.2	Seleção preliminar de variáveis.	46
3.3.3.1.3	Ajuste do modelo de regressão múltipla,	47
3.3.3.2	Análise cartográfica.	48
4.	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.</u>	49
4.1	CARACTERIZAÇÃO EDÁFICA.	49
4.1.1	Caracterização das topopedossequências.	50
4.1.2	Cartas de curvas de isodiferenciação.	56
4.1.3	Carta de solos.	60
4.2	AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM ALTURA.	62
4.2.1	Caracterização do crescimento.	62
4.2.2	Classes de índice de sítio. Aproximação cartográfica.	63
4.3	RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS DO SOLO E O CRESCIMENTO EM ALTURA	67
4.3.1	Análise estatística.	67
4.3.1.1	Seleção preliminar das variáveis.	67
4.3.1.2	Ajuste do modelo de regressão múltipla.	79
4.3.2.	Análise cartográfica.	86
5	<u>CONCLUSÕES.</u>	94
	<u>SUMMARY</u>	97
	<u>APÊNDICE</u>	98
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</u>	138

LISTA DE FIGURAS

1	CARTA PLANIMÉTRICA.	27
2	CARTA ALTIMÉTRICA.	29
3	CARTA DE CLASSES DE DECLIVIDADE.	30
4	DIAGRAMA DE BLOCO.	31
5	ESQUEMA PARA A LOCALIZAÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM EM ESTUDOS DE TOPOSSEQUÊNCIAS.	33
6	DISTRIBUIÇÃO DOS VOLUMES EDÁFICOS NAS TOPOSSEQUÊNCIAS.	52
7	CARTA DE CURVAS DE ISODIFERENCIAÇÃO: HORIZONTE A.	58
8	CARTA DE CURVAS DE ISODIFERENCIAÇÃO: HORIZONTE A+T.	59
9	CARTA DE CURVAS DE ISODIFERENCIAÇÃO: SOLUM.	59
10	CARTA DE SOLOS. LEVANTAMENTO SEMIDETALHADO.	60
11	CURVAS DE CRESCIMENTO.	64
12	CURVAS DE ÍNDICE DE SÍTIO.	65
13	CARTA DE CLASSES DE SÍTIO.	67
14	RESÍDUOS PADRONIZADOS.	83
15	RELAÇÕES ENTRE ALTURA DOMINANTE E VARIÁVEIS SELECIONADAS NA REGRESSÃO MÚLTIPLA.	84
16	RELAÇÕES ENTRE ALTURA DOMINANTE E ESPESSURA DO SOLUM.	89
17	RELAÇÕES ENTRE ALTURA DOMINANTE E CLASSES DE SOLO.	92

LISTA DE TABELAS

1	HISTÓRICO DOS POVOAMENTOS.	32
2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE SOLO.	50
3	INTERVALOS DE CONFIANÇA DE ESPESSURAS DE HORIZONTES POR CLASSES DE SÍTIO.	57
4	ALTURAS DOMINANTES.	62
5	CLASSIFICAÇÃO DAS PARCELAS EM CLASSES DE SÍTIO.	66
6	DECLIVIDADE E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.	68
7	VARIÁVEIS EDÁFICAS CORRESPONDENTES AO HORIZONTE A . . .	69
8	VARIÁVEIS EDÁFICAS CORRESPONDENTES AO HORIZONTE T . . .	70
9	VARIÁVEIS EDÁFICAS CORRESPONDENTES AO A+T	71
10	VARIÁVEIS EDÁFICAS CORRESPONDENTES AO SOLUM.	72
11	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIMPLES . ALTURA DOMINANTE- -VARIÁVEIS DO SOLO.	73
12	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS REMANESCENTES DA SELEÇÃO PRELIMINAR.	80
13	INDICADORES DE AJUSTE DAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO. . . .	82
14	RELAÇÕES ESPERÁVEIS E OBSERVADAS ENTRE CLASSE DE SÍTIO E ESPESSURA DO HORIZONTE A.	87
15	RELAÇÕES ESPERÁVEIS E OBSERVADAS ENTRE CLASSE DE SÍTIO E ESPESSURA DOS HORIZONTES A+T.	88
16	RELAÇÕES ENTRE AS CLASSES DE SÍTIO COM CLASSES DE SOLOS E O TIPO DE HORIZONTE A.	91

RESUMO

Este trabalho objetivou identificar as características edáficas limitantes do crescimento em altura de povoamentos de *Araucaria angustifolia* (BERT) O. Ktze e avaliar a adequabilidade da metodologia de levantamento de solos proposta pela análise estrutural em estudos de qualidade de sítio. O levantamento de dados foi realizado em bacia hidrográfica localizada na Floresta Nacional de Irati do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (ex IBDF), Irati, Estado do Paraná, Brasil. Na seleção das parcelas de amostragem procurou-se incluir todos os padrões de solos presentes na bacia e para isto foram levantadas sete topopedossequências. Foram selecionados vinte sítios para instalação das parcelas amostrais, sendo que em dezesseis foi realizado o levantamento dendrométrico. Em cada sítio foi descrito e amostrado um perfil de solo, determinada a altura dominante e derrubada uma árvore para análise de tronco. As variáveis edáficas utilizadas na análise estatística foram obtidas por transformações a partir dos dados de laboratório. Neste sentido os resultados analíticos foram expressos sob duas formas: em aliquota de 100 cm³ e, em volume por m² de área do horizonte correspondente. Através da análise de correlação e regressão simples foi possível identificar que as relações mais significativas entre altura dominante e fatores do sítio ocorreram com as espessuras dos horizontes superficiais A e A+(AB e/ou BA, sendo estes últimos representados indiscriminadamente pela letra T); com as percentagens de areia e silte, para todos os horizontes; e com a porosidade total, porosidade de aeração, capacidade de água disponível e carbono orgânico, quando expressas em relação ao volume por m² de área dos horizontes A e A+T. Este conjunto de variáveis sofreu mais uma seleção com base em critérios pré-definidos. Conformou-se então um grupo de variáveis que foi submetido ao ajuste de um modelo de regressão linear múltipla, resultando em três equações de comportamento semelhante, todas constituídas por duas variáveis, uma delas sempre representada pela percentagem de silte no A+T, e as demais por porosidade total, capacidade de água disponível e a espessura, todas referidas ao horizonte A+T, respectivamente. Foram também elaboradas diferentes cartas: de classes de qualidade de sítio, de curvas de isodiferenciação, e de solos. Efetuou-se uma análise cartográfica dos vários documentos bem como da representação gráfica das topopedossequências, observando-se que as espessuras dos horizontes A e A+T se comportaram como boas indicadoras do crescimento; que a profundidade do solum se mostrou pouco relacionada com a altura; que a espessura do horizonte B_i mostrou uma relação inversa com a altura dominante; e que as classes de solo apresentaram um comportamento pouco definido para prognósticos de qualidade de sítio. Finalmente, observou-se que a metodologia de levantamento de solos proposta pela análise estrutural pode ser uma ferramenta útil para este tipo de trabalho.

1. INTRODUÇÃO.

O planejamento do uso da terra é o caminho adequado para melhorar em termos qualitativos e quantitativos a eficiência na produção florestal, bem como no manejo dos recursos naturais.

Um dos requisitos básicos para este planejamento é dispor de alternativas para o uso da terra. Cada uma destas alternativas deve levar em consideração as relações recíprocas entre as características da terra e do uso ao qual será destinada. O desconhecimento, ou a falta de consideração, destas relações causa-efeito tem provocado inúmeros exemplos de degradação dos recursos naturais, assim como, fracassos em programas agrícolas, pecuários e florestais.

A literatura registra várias referências a insucessos com povoamentos de *Araucaria angustifolia* causados pela seleção inadequada dos sítios (VAN GOOR⁶⁶, DE HOOGH¹⁶, CASSOL¹²). Estes autores salientam que os referidos fracassos representam um dos principais motivos que explicam a escassa superfície plantada com esta espécie, em relação a *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*.

Dos fatores que definem a qualidade de sítio para o pinheiro, dentro da sua área de distribuição natural, destacam-se prioritariamente algumas características edáficas (GOLFARI³³, DE HOOGH¹⁶).

Os bons níveis de crescimento atingidos quando plantada em sítios adequados e manejada com tratamentos apropriados; as destacadas características de sua madeira; o acelerado ritmo de desmatamento das florestas nativas desta espécie durante as últimas décadas; o quase insignificante ritmo de reposição

potenciais vantagens ecológicas e silviculturais que representa o fato de tratar-se de uma essência nativa, justificam esforços no sentido de esclarecer quais são suas exigências e tolerâncias edáficas para que se possa considerar como uma alternativa econômica dentro dos programas de reflorestamento.

Levando em consideração estes aspectos os objetivos do trabalho foram:

1 Objetivo geral:

- Oferecer alguns subsídios que possam ser utilizados na classificação da aptidão de terras para programas de reflorestamento com *Araucaria angustifolia*.

1.2 Objetivos específicos:

- Identificar as características edáficas, em especial as físicas e morfológicas, que limitam o crescimento em altura, nas condições da área em estudo.
- Avaliar a adequabilidade da metodologia de levantamento de solos proposta pela análise estrutural para estudos de qualidade de sítio.

2 REVISÃO DA LITERATURA.

2.1 ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO PINHEIRO. SÍNTESE DE SUAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS.

A área de ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* localiza-se entre os paralelos 19° 30' e 31° 30' de latitude sul e entre os meridianos 41° 30' e 54° 30' de longitude oeste; sendo que as maiores concentrações encontram-se nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, (GOLFARI³³).

Esta área se introduz na Provincia de Misiones, Argentina, a qual, segundo COZZO¹⁵, estende-se entre os 26° 50' e 25° 40' de latitude sul e o meridiano 54° 15' de longitude oeste e a divisa com o Brasil.

Segundo OLIVEIRA⁵⁰ as províncias geológicas em que se situam as regiões de distribuição natural desta essência apresentam apreciável diversificação. Diversos são também os fenômenos geomorfológicos atuantes nestas regiões. Como consequência destas variações nos componentes físicos, diversificam-se, também, os solos regionais.

Dentro desta região os pinheirais encontravam-se formando parte de diferentes associações florísticas, desde formações densas, praticamente puras, até capões, nas áreas de campo (OLIVEIRA⁵⁰, HACK⁴⁶, GOLFARI³³).

GOLFARI³³ indica, segundo a classificação térmica de Holdridge, que esta área situa-se dentro do piso altitudinal montano baixo. Acrescenta que suas temperaturas médias anuais variam entre os 12° e 18°C, que ocorrem fortes e numerosas geadas, e que as precipitações variam entre 1270 e 2494 mm anuais, com um regime de distribuição de tipo uniforme, sem déficit hídrico

Indica que, como exceção, nas pequenas áreas das Serras da Mantiqueira e de Bocaina sua distribuição é do tipo estacional, com verão úmido e inverno seco. Salienta que o pinheiro é uma espécie exigente em condições inverniais.

Quanto aos limites altitudinais, o mesmo autor comenta que se situam entre os 220 e 2000 m. No Paraná, segundo MAACK⁴⁶, a altitude de 500 m representa o limite inferior para um crescimento normal desta essência, ocorrendo debaixo desta isohipsa apenas em canais de escoamento de ar frio.

2.2 DESMATAMENTO DA ARAUCARIA. ÁREAS NATIVA REMANESCENTE E REFLORESTADA. PRINCIPAIS PROBLEMAS PARA SEU REFLORESTAMENTO.

Devido à elevada qualidade da madeira desta essência, assim como ao avanço da agricultura, suas matas nativas têm sofrido uma fortíssima exploração durante as últimas décadas.

MACHADO & SIQUEIRA⁴⁹ elaboraram um quadro com base em resultados apresentados por HUECK * em combinação com dados de MAACK⁴⁶ para o Estado do Paraná. Este quadro mostra que as matas nativas do pinheiro ocuparam originalmente as seguintes percentagens da superfície total de cada Estado: 2,16 % de São Paulo, 36,67 % do Paraná, 60,13 % de Santa Catarina, e 17,38 % do Rio Grande do Sul; abrangendo ao todo 182.295 Km². Indicam que dessas áreas somente existe 4,29 %, 3,18 % e 1,18 % para os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, respectivamente.

Estes autores indicam que o ritmo de desmatamento para estes três estados sulinos, correspondente a um período de quatro anos da década de setenta, foi de 79.294 hectares/ano; e salientam

* HUECK, K. As florestas de America do Sul. São Paulo, Polígono, 1972. 466p.

que a maioria das matas existentes são secundárias, ou seja, já parcialmente exploradas.

¹⁴
COZZO estima que a área de ocorrência natural na Província de Misiones, Argentina, abrange uma superfície de 2.100 Km². Calcula também que, no caso de estarem agrupados todos os povoamentos, essa área reduziria-se a 400 Km². ¹⁵COZZO informa que estas matas tem sofrido uma excessiva exploração durante os últimos vinte anos.

⁵²
PELLICO NETTO cita estimativas correspondentes a 1977, segundo as quais a área reflorestada com esta espécie era de 51.494 ha e 21.371 ha para os estados do Paraná e Santa Catarina, atingindo os 12,3 % e 8,4 % do total reflorestado em cada Estado, respectivamente. Em ambos os Estados a maior percentagem corresponde a espécies do gênero *Pinus* (78,8 % e 86,9 %).

⁴⁷
MACHADO salienta que o reflorestamento com *Araucaria*, nestes estados, vem sendo realizados em forma insatisfatória tanto em área como no aspecto qualitativo. Comenta que, devido a exigência legal de plantios de no mínimo 1 % de espécie nativa, foram realizados reflorestamentos em locais inadequados quanto aos aspectos edafo-climáticos.

Em Misiones, Argentina, a superfície reflorestada com *Araucaria* alcança 17.765 ha, 10,4 % do total da Província. Neste caso também a maior percentagem, 82,1 %, corresponde a reflorestamentos com espécies do gênero *Pinus* (FERREYRA ³⁰).

A proporção relativamente baixa da área reflorestada com pinheiro, tanto em relação às outras espécies como às áreas nativas exploradas e/ou desmatadas, encontra explicação basicamente em aspectos silviculturais.

³²
GOLFARI comenta que a tendência em substituir a *Araucaria angustifolia* por *Pinus elliottii* ou *Pinus taeda*, tanto no Brasil

como na Argentina, tem varias causas, destacando entre elas suas exigências edáficas, a rápida perda de vitalidade de sua semente, e as elevadas perdas de plantas jovens por efeito da insolação.

⁶⁶
VAN GOOR salienta que pelo fato de não ter sido evitado seu plantio em lugares desfavoráveis tem diminuído o seu ritmo de reflorestamento; e dá o exemplo de plantios com maus resultados em solos de campo.

⁴
Segundo BLUM os problemas de reflorestamento com esta espécie situam-se principalmente no reduzido crescimento juvenil, elevando os custos de implantação, assim como o conhecimento insuficiente das relações entre qualidade de sítio e seu desenvolvimento. DE HOOGH & DIETRICH¹⁷ comentam que o desconhecimento destas ultimas levou muitos plantios a resultados negativos desestimulando os reflorestadores.

¹⁶ ¹⁹
Segundo DE HOOGH e DE HOOGH & BLUM os problemas silviculturais desta espécie estão fundamentalmente relacionados com suas relativamente altas exigências de qualidade de sítio; e salientam que os elevados custos por causa do crescimento inicial lento estão também relacionados com a escolha do sítio e práticas culturais inadequadas. Quando estes fatores são adequados os incrementos anuais podem aproximar-se do comportamento das espécies exóticas, quando, além da produção, é considerado o valor da madeira (DE HOOGH et alii²⁰). GOLFARI³³ cita crescimentos de 24 m³/ha/ano para plantações de 26 anos de idade localizadas em Misiones, Argentina.

2.3 QUALIDADE DE SÍTIO, COM ÊNFASE ESPECIAL NO PINHEIRO.

2.3.1 Conceito de sítio.

¹³
COILE define o sítio como uma área caracterizada por uma determinada combinação de fatores edáficos, topográficos,

climáticos e bióticos, enquanto que qualidade de sítio como a capacidade de produção florestal de uma área para uma ou várias espécies.

2.3.2 Fatores ambientais.

2.3.2.1 Climáticos, geográficos e topográficos.

¹³
COILE comenta que o clima, expresso como precipitação, número de dias com geadas por ano, ou definido indiretamente por latitude e longitude, tem mostrado correlações com o crescimento, independentemente dos fatores edáficos. Indica, também, que em regiões de relevo acidentado a exposição das vertentes afeta o clima local. Salienta que a relação entre topografia e produtividade é primariamente indireta, sendo que a posição topográfica relativa em conjunto com a profundidade até o lençol d'água influem sobre a oferta hídrica do solo. Outro fator importante pode ser a entrada de água por fluxo subsuperficial em terras declivosas, ou o nível do lençol freático em planícies aluviais.

³³
Segundo GOLFARI o pinheiro prefere superfícies de topografia acidentada, e as vezes escarpadas. Ainda em áreas de campos os pequenos capões situam-se geralmente em locais declivosos. Devido as suas exigências de boa drenagem em geral margeia as áreas baixas das bacias.

¹⁷
DE HOOGH & DIETRICH salientam que os fatores geográficos e climáticos exercem uma influência relativamente pequena sobre o crescimento da Araucaria em sua área de distribuição natural.

⁴³
LASSERRE indica que para Misiones a localização geográfica das plantações deve limitar-se ao norte do paralelo 27° 20', ainda que em relação à longitude inclua áreas fora da sua região de ocorrência natural.

2.3.2.2 Vegetação.

⁶⁶
 VAN GOOR ⁶⁶ ressalta que a vegetação original antes do plantio tem influencia significativa na classe de qualidade, sendo que no seu trabalho a melhor qualidade coincidiu com a agricultura como vegetação antecedente. Porém, segundo GOLFARI ³³, em solos de mata secundária, ou utilizados anteriormente para agricultura, os incrementos são pobres e o seu cultivo antieconômico. Esta contradição pode ter origem no nível de generalização e complexidade do problema pois como salientam GOLFARI ³³, DE HOUGH ¹⁷ & DIETRICH ¹⁶ e DE HOUGH ¹⁶, os crescimentos atingidos em terras anteriormente destinadas à agricultura dependem do nível de degradação sofrido como consequência do desmatamento, erosão e práticas agrícolas inadequadas.

Estes pesquisadores coincidem em que os plantios realizados em terras previamente ocupadas por florestas primárias ou secundárias apresentam um maior valor médio de índice de sitio, enquanto que as terras agrícolas abandonadas (capoeira) e os campos correspondem aos valores mais baixos.

⁶
 De acordo com BLUM ⁶ é recomendável iniciar pesquisas para avaliar o comportamento de plantações de pinheiro sob reflorestamento de *Pinus elliottii* ou *Pinus taeda*, dado que parece que estes podem melhorar consideravelmente as condições de solos pobres.

2.3.2.3 Edáficos.

2.3.2.3.1. Características físicas e morfológicas.

¹³
 De acordo com COILE ¹³ a produtividade de um solo em relação ao crescimento florestal está condicionada pela qualidade e quantidade do seu espaço (volume) disponível para o desenvolvimento do sistema radicular.

Menciona que a espessura do horizonte A, a profundidade até

o horizonte menos permeável ou até uma camada com mosqueados, são atributos que condicionam a profundidade efetiva. Refere também que as propriedades físicas do subsolo, que podem ser diretamente correlacionadas com o crescimento, incluem a textura, distribuição do espaço poroso, capacidade de retenção d'água, e as mudanças de volume com o conteúdo de umidade (expansão e contração).

Trabalhando com espécies do gênero *Pinus*, ZAHNER⁶⁹ detectou correlações positivas entre a espessura do horizonte A e o desenvolvimento em altura.

VAN der VLIET⁶⁷ observou a parada do crescimento de plantações do pinheiro devido a pouca profundidade, tanto em áreas de campo como de mato. Salienta que a *Araucaria* somente pode ser semeada diretamente em terras bem profundas, enquanto sugere que modificando sua raiz em fascicular, através de uma técnica de viveiro, pode ser plantado em terras pouco profundas, (mínimo de 1,5 metros).

VAN GOOR⁶⁶ encontrou que a profundidade do perfil determina fortemente a classe de qualidade. Salienta que em solos de substrato ácido precisa ser, no mínimo, de 100 cm. Em alguns solos profundos, na região do basalto, observou que as raízes não ultrapassavam os 70 cm, embora as condições físicas fossem favoráveis, e que sua forma indicava a presença de fatores limitantes do seu crescimento. Destaca que algum fator químico pode ser o causador do fenômeno, em particular, a elevada quantidade de alumínio trocável, que nessas condições pode alcançar valores de 15 a 20 mE/100 gramas de solo a 70 cm de profundidade. Comenta também que quando a rocha básica está perto da superfície a quantidade de alumínio trocável é mais baixa e não aumenta com a profundidade.

ZAHNER⁷⁰ observou para *Pinus taeda* correlações positivas

entre o crescimento e a composição granulométrica, -maior % de argila ou silte + argila maior altura- até uma determinada percentagem, além da qual ocorre a inversão da relação.

⁶²
LA BASTIDE & VAN GOOR relatam que tanto a profundidade como a estrutura do solo são importantes fatores relacionados com o crescimento do pinheiro.

³³
De acordo com GOLFARI as melhores plantações se encontram em solos muito profundos dado que permitem desenvolver um amplo sistema radicular, indispensável para suas elevadas exigências hídricas.

⁴⁴
LASSERRE et alii salientam que parece que a profundidade do solo resulta muito mais importante que a sua fertilidade; e referem que as diferenças de crescimento encontradas na sua pesquisa, entre os solos pedregosos, podem estar relacionadas com as suas diferenças em profundidade efetiva.

²²
DIETRICH observou que, em um Podzólico Vermelho-Amarelo moderadamente drenado e em um Litossolo, a Araucaria tem uma primeira fase de boas condições de crescimento, até que as raízes encontrarem os impedimentos físicos, tais como alta percentagem de argila e condições hidromórficas, e o folhelo intemperizado, respectivamente; e comenta que a partir deste momento ocorre uma redução no crescimento.

⁴
BLUM diz que através de estudos das raízes foi cogitada a tese de que esta espécie possui um sistema radicular que reage sensivelmente às propriedades físicas do solo, principalmente a horizontes com compactação e porosidade limitada, ou com água estagnada. Ressalta que solos com menos de 1-1,5 metros de profundidade e ao mesmo tempo deficientes em porosidade, estado de humus desfavorável e insuficiente teor de cálcio, magnésio, fósforo e boro, não são adequados para o reflorestamento com

Araucaria.

17

Segundo DE HOOGH & DIETRICH o crescimento desta essência pode depender em grande parte do regime de água do solo e da sua porosidade, já que um menor teor de nutrientes pode ser compensado por um melhor desenvolvimento do sistema radicular.

Estes pesquisadores encontraram que a profundidade do horizonte A foi a segunda variável mais significativa nas suas equações de regressão. Salientam que a espessura deste horizonte, com seu conteúdo relativamente grande de matéria orgânica e atividade biológica, determina expressamente a quantidade de nutrientes disponíveis para a árvore.

18

DE HOOGH & DIETRICH obtiveram uma relação negativa entre a percentagem de argila no horizonte B e o índice de sítio, e destacam que a mesma indica a importância da porosidade, permeabilidade e drenagem para o crescimento desta essência.

As relações entre características físicas e crescimento

6

(BLUM) não surpreendem dado que elas, como parâmetros estáveis do solo, condicionam em alto grau os atributos químicos e microbiológicos relacionados com a nutrição, especialmente o abastecimento de água e nutrientes.

36

HOPPE encontrou correlações entre o crescimento em altura e a % de porosidade e d'água retida, ambas na camada superficial. Ressalta que o melhor desenvolvimento do pinheiro no sítio com Latossolo pode ser explicado desde que este apresenta as melhores condições físicas para a expansão radicular, o que possibilita uma maior área de absorção, compensando o deficit de nutrientes em relação às demais classes de solos por ele estudadas.

A porosidade e os níveis de retenção d'água são indicadores indiretos do desenvolvimento radicular e parâmetros controladores do metabolismo de nutrientes na camada superficial do solo;

resultando estas características de especial importância para o crescimento do pinheiro, principalmente em solos onde a reserva de nutrientes é muito pequena (DE HOOGH¹⁶ e DE HOOGH & BLUM¹⁹). Estes pesquisadores encontraram relações altamente significativas entre o crescimento com a porosidade total e a capacidade de água disponível, na camada 50-100 cm.

Salientam que uma profundidade total de 1 metro ou mais, assim como espessuras do horizonte A de 50 cm, são características associadas com boa aptidão para esta espécie. Em relação à estrutura e consistência indicam que os tipos granular e blocos subangulares, moderados ou fortes, tanto como consistências friáveis, são associados com boas condições; enquanto que os tipos blocos angulares, maciça ou prismática (dentro do primeiro metro de profundidade), e/ou consistência firme a muito firme, indicam condições de aptidão limitada.

¹² Cassol estudando as relações entre características físicas e morfológicas, correspondentes à espessura 0-0,20 m, e o crescimento da Araucaria, encontrou correlações negativas com o tamanho de agregados maiores de 4,76 mm e com a percentagem de silte, enquanto que, positivas, com a espessura do horizonte A, o tamanho de agregados entre 4,76 e 0,21 mm e com a percentagem de argila.

Segundo esta pesquisadora a espessura do horizonte A se mostrou como a variável mais importante, e pode ser considerada limitante ao crescimento e produtividade desta espécie. Acrescenta que a limitação do crescimento também pode ser atribuída a profundidade, drenagem, aeração, e impedimentos mecânicos para o desenvolvimento do sistema radicular.

⁶¹ REISSMANN et alli pesquisaram as relações entre a altura dominante da Araucaria e as características edáficas, entre

outras, para sete sítios localizados no Município de Lapa, PR, e concluem que o crescimento foi principalmente afetado pela profundidade do horizonte A.

65

SCHMIDLIN KEIL salienta que o desenvolvimento do pinheiro está diretamente relacionado com as características físicas do solo, e detectou na porosidade de aeração o fator mais relevante do crescimento em altura.

2.3.2.3.2 Características químicas.

66

VAN GOOR encontrou que em solos com substrato ácido a quantidade de cálcio mais magnésio trocáveis é o principal fator determinante do crescimento, precisando ser maior que dois meq./100 gramas de solo.

42

LA BASTIDE & VAN GOOR ressaltam que o crescimento desta espécie depende em grande parte da fertilidade do solo, especialmente da quantidade de cálcio mais magnésio trocável. Evidenciam também que a relação entre o crescimento e conteúdo de fósforo é forte na medida que a percentagem de saturação com alumínio torna-se alta, não existindo correlação quando esta última é baixa.

22

DIETRICH encontrou que o boro foi o principal fator limitante do crescimento da Araucaria, nas condições da área do seu estudo.

17

DE HOOGH & DIETRICH encontraram que a percentagem de saturação das bases foi a variável mais significativa nas suas equações de regressão, e que por sua vez está fortemente correlacionada com o conteúdo de cálcio mais magnésio trocável. Acrescentam que, mesmo em solos com conteúdos mínimos destes nutrientes, e com saturação de bases muito baixa, frequentemente ocorre crescimento satisfatório. Concluem que um alto valor de saturação de bases, acima de 50%, favorece o crescimento do pinheiro.

⁶
BLUM menciona que em ensaios de adubação, confirmados com dados de campo, o nitrogênio foi o principal fator limitante do crescimento, seguido de fósforo, potássio, cálcio, cobre e boro.

De forma concordante DE HOOGH¹⁶ e DE HOOGH & BLUM¹⁹ concluem que, dentro da área de distribuição natural da Araucaria, o principal fator limitante do seu crescimento é a disponibilidade de nitrogênio.

²¹
Pesquisas de adubação realizadas por DE HOOGH et alii conduzem à mesma conclusão. Acrescentam que, em determinadas áreas, o crescimento pode estar limitado também pela disponibilidade de outros nutrientes, tais como fósforo, potássio, cálcio, cobre e boro.

Estes pesquisadores encontraram elevada relação entre os parâmetros de crescimento e os valores de pH. Salientam que valores de pH em água de 5,5 ou maiores indicam a possibilidade de bom suprimento de nitrogênio e de outros nutrientes.

2.3.2.3.3 Características biológicas.

¹³
De acordo com COILE a matéria orgânica do solo tem influência sobre o regime de umidade, estrutura e porosidade de aeração, sendo também fonte direta de energia para os organismos do solo e reserva de nutrientes essenciais; porém em quantidades excessivas pode provocar drenagem deficiente, e ser associada a baixas produtividades.

¹⁷
Como já mencionado, DE HOOGH & DIETRICH encontraram na espessura do horizonte superior uma variável significativa para o crescimento do pinheiro, e indicam que tanto sua atividade biológica como seu conteúdo de matéria orgânica, relativamente altos, determinam em grande parte a disponibilidade de nutrientes.

⁶
BLUM ressalta o efeito positivo da atividade microbiológica e das micorrizas, em relação à decomposição da serrapilheira, e

na ciclagem e fornecimento de nutrientes. Conclusões semelhantes foram expressas por KRAPPENBAUER & ANDRAE⁴¹.

A disponibilidade de nitrogênio, assim como de outros nutrientes, depende em grande parte das características biológicas do solo, tais como, conteúdo de matéria orgânica, taxa de mineralização e atividade das micorrizas (DE HOOGH¹⁶).

Segundo este autor a importância do teor de matéria orgânica fica evidente através da correlação do crescimento com a espessura do horizonte A. Salienta que uma decomposição rápida da matéria orgânica, um alto grau de homogeneização do solo (transições graduais entre horizontes), e uma atividade intensa da mesofauna, são indicadores que se relacionam positivamente com a qualidade de sítio para Araucaria. Indica que um nível adequado de matéria orgânica é de aproximadamente 5 % para a camada superior e de 2 %, ou mais, até uma profundidade de 50 cm.

ANDRAE & KRAPPENBAUER² estudaram a distribuição das raízes finas de árvores de pinheiro localizados em povoamentos naturais. Encontraram que esta espécie apresenta uma concentração máxima de raízes nos primeiros 5 cm, sendo que abaixo dos 10 cm sua ocorrência se torna mínima; e que esta diminuição de intensidade de enraizamento se relaciona com a diminuição do teor médio de matéria orgânica dos horizontes correspondentes.

2.3.2.3.4 Tipos de solo.

Segundo GOLFARI³² os melhores crescimentos de plantações de pinheiro se observam em sítios com solos vermelhos argilosos ou franco-argilosos, profundos e bem drenados. Em tais ambientes os rendimentos são muito satisfatórios, e cita como exemplo que em Misiones, Argentina, para um ciclo de 25 anos, o incremento médio variou entre 18 e 24 m³/ha/ano. Ressalta que esta espécie não

tolera solos rasos, arenosos ou de drenagem deficiente.

66

VAN GOOR realizou uma investigação para estudar a relação entre qualidade de sítio e crescimento de Araucaria, trabalhando sobre oito classes de solo. Encontrou diferenças significativas entre tipos de solo, correspondendo as melhores classes de qualidade às unidades Podzólico Vermelho Amarelo, transição para Latossolo Vermelho Amarelo, e as piores às de Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo, ambos fase arenosa.

34

GOLFARI & BARRETT relatam um crescimento em altura de aproximadamente 1 metro por ano para uma plantação localizada em Puerto Piray, Misiones, Argentina, sobre um solo vermelho profundo (derivado do basalto); enquanto que nas mesmas condições climáticas e geográficas, porém em solos pedregosos a sobrevivência é muito pobre, o crescimento não é homogêneo e a altura atingida pode ser menor que um terço da correspondente aos solos profundos. Comentam também que a mortalidade de plantas jovens, em verões secos e quentes, é muito mais notável em reflorestamentos sobre solos pedregosos.

62

ROCHA estudando o comportamento do pinheiro em distintas classes de solos, na fazenda Santa Mônica, Quatro Barras, PR, observou os menores crescimentos em solos de drenagem muito deficiente, enquanto que as unidades Latosol Húmico e Latosol Vermelho Amarelo, intergrado para podzólico, demonstraram pertencer a classe média de crescimento.

33

GOLFARI comenta que em áreas de campo a Araucaria apresenta, além de um crescimento pobre, fuste cônico, copa rala e forma de umbela também em exemplares de pouca idade. Segundo este autor chega-se ao paradoxo de que, dentro de sua área de distribuição natural, somente 25% da superfície apresenta condições economicamente vantajosas para o seu cultivo.

Salienta que o tipo de solo condiciona variações no sistema radicular já que nos Latossolos desenvolve uma raiz primária, que pode alcançar vários metros, enquanto que nos Litossolos, ou em solos mal drenados, desenvolve uma raiz fasciculada que se estende no sentido horizontal.

44

LASSERRE et alii em uma pesquisa efetuada para avaliar o crescimento em distintos tipos de solos em Misiones, encontraram que o melhor crescimento, associado ao melhor porte e sobrevivência é obtido quando se cultiva em solos vermelhos profundos (Rodocrult ortico, sétima aproximação americana) nos quais o pinheiro alcança um incremento anual de 19,8 m³/ha. Os resultados diferem notavelmente em solos pedregosos onde varia entre 10,4 e 16,6 m³/ha, e nos hidromórficos onde alcançou 12,2 m³/ha.

17

DE HOOGH & DIETRICH afirmam que os Latossolos Roxos do sudoeste de Paraná são particularmente adequados para plantios com esta espécie.

16

19

DE HOOGH e DE HOGGH & BLUM encontraram que, dentro dos tipos de solos investigados, os Latossolos geralmente suportam reflorestamentos de bom crescimento, enquanto que os Litossolos e os solos Hidromórficos oferecem as piores condições. Salientam que a aptidão para Araucaria dos Podzólicos Vermelho Amarelos e dos Cambissolos varia de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas.

11

Segundo CARMEAN as unidades de solo tem uma utilidade restrita para a avaliação da qualidade de sítio. Cita que muitos trabalhos mostram que o índice de sítio varia amplamente dentro das mesmas unidades de levantamento de solo; e que as médias deste índice são muitas vezes semelhantes para várias unidades. Salienta que o índice de sítio médio baseado exclusivamente no conceito modal de uma determinada classe de solo não pode

representar adequadamente as variações em qualidade de sítio associadas à unidade de mapeamento dessa classe de solo.

O mesmo pesquisador ressalta que, provavelmente, grande parte da variação na qualidade de sítio, dentro de uma unidade de solo, é devida à variação em certas características importantes para o crescimento, mas que não são bem descritas na definição da unidade de solo. Por outro lado, as características utilizadas na definição da unidade taxonómica podem não coincidir com aquelas associadas ao desenvolvimento da espécie.

2.3.3 Aspectos metodológicos na avaliação da qualidade de sítio.

2.3.3.1 Métodos de avaliação da qualidade de sítio.

Segundo COILE¹³ quando a qualidade de sítio é expressa em termos de altura, a uma determinada idade, é chamada de índice de sítio.

BURGER⁹ comenta cinco métodos para avaliação de sítio: o baseado em fatores climáticos, em fatores edáficos, em plantas indicadoras, na interação dos anteriores chamado de classificação multifatorial e o método direto de mensuração do próprio povoamento.

De acordo com CARMEAN¹¹ a determinação da qualidade de sítio baseada em características edáficas e topográficas, é particularmente útil quando as condições do solo variam muito, permitindo deste modo, classificar a paisagem em diferentes unidades representativas das classes de sítio; assim como quando não se dispõe de povoamentos para sua mensuração direta.

2.3.3.2 Variáveis independentes (causa).

CARMEAN¹¹ comenta que o reconhecimento da importância relativa dos diferentes fatores do crescimento é uma tarefa bastante trabalhosa, dependendo muito da habilidade do

pesquisador em observar, medir e definir características importantes do sítio.

Segundo SALAS⁶³ e REISSMANN⁵⁹ isto implica em descobrir quais ou qual a variável diagnóstica para cada espécie, solo ou posição topográfica; exigindo necessariamente o trabalho integrado de diferentes áreas do conhecimento, com o objetivo comum de identificar tais variáveis e o reconhecimento do valor quantitativo e qualitativo das variáveis efeito.

Estas variáveis devem ter correlação consistente com o índice de sítio e ser de fácil reconhecimento e mensuração no campo (CARMEAN¹¹ ; PRITCHETT⁵⁴).

2.3.3.3 Variáveis dependentes (efeito).

SCHUMACHER *, citado por REISSMANN⁵⁹ , pontificou que a altura média das árvores dominantes e geralmente aceita como o fator mais acurado e preciso para indicar a qualidade produtiva de uma área florestal, porque ele guarda uma estreita relação com a produção em volume dentro de certos limites de densidade normal.

COILE¹³ salienta que, em povoamentos equiâneos, a altura total das árvores dominantes é a melhor medida para avaliação da produtividade, porque é a menos afetada pela densidade do povoamento.

GOLFARI³³ salienta que a correlação entre o incremento em altura e idade do maciço pode ser considerada como o índice mais seguro para estabelecer se uma espécie foi plantada ou não no lugar adequado. Ressalta também que o incremento não é, dentro de certos limites, influenciado pela densidade.

De acordo com BURGER⁹ o volume ou o incremento volumétrico

* SCHUMACHER, F. X. Yield Stand volume tables for Douglas-fir in California. Agric. Exp. Station. Buletin 491. 41 p. 1930.

médio anual produzidos pelo povoamento, são os elementos que exprimem, de forma mais direta, a capacidade produtiva de um sítio, porém, ambos resultam relativamente difíceis de medir. Salienta que a altura dominante, expressa como a média das alturas das 100 árvores de maior diâmetro à altura do peito por hectare (DAP/ha), é a variável mais usada para classificações de qualidade de sítio. Reune as condições de ser sua mensuração fácil e precisa, de refletir a qualidade de sítio para todas as idades, e ter correlações boas com a produção volumétrica. Além disto é a variável dendrométrica menos influenciada pelo espaçamento inicial e os desbastes, ainda que as densidades extremas possam resultar em uma menor altura do povoamento.

³⁵
HAGGLUND apresenta opiniões concordantes.

¹⁷
DE HOOGH & DIETRICH utilizaram o índice de sítio, baseado na altura das árvores dominantes, como expressão do crescimento da Araucaria.

¹⁶
DE HOOGH salienta que o índice de sítio pode ser considerado uma expressão mais satisfatória da qualidade de sítio do que os incrementos periódicos anuais. Ressalta que este índice é a expressão das condições médias de crescimento existentes durante a vida do povoamento e que, este parâmetro, pode ser relacionado com os fatores mais constantes da qualidade do sítio, isto é, características físicas, conteúdo total de nutrientes e capacidade de troca catiônica.

2.3.3.4 Tamanho e variabilidade da área de estudo.

¹¹
De acordo com CARMEAN áreas de estudo muito amplas, com grandes variações nas condições ambientais requerem um grande número de parcelas para uma amostragem apropriada. Por outro lado, áreas menores, com condições de sítio similares, requerem menos amostras, porém os resultados tem extrapolações mais

limitadas.

DE HOOGH & DIETRICH^{17 18} salientam que a principal razão, para justificar o baixo valor de variação explicada (R^2), é o alto valor do desvio padrão residual nas equações de previsão obtidas, deve estar no grande tamanho da área de estudo.

Ressaltam que os fatores que limitam o crescimento variam em combinação, interação ecologicamente e são estatisticamente confundidos. Indicam que embora os fatores climáticos sejam relativamente uniformes os edáficos mostram-se diferentes de local para local, e, apesar de vários fatores e combinações destes serem significantes nas diversas localidades, há uma interação quando a área de estudo é muito extensa, tornando confusa a sua significância. Este efeito foi demonstrado pela estratificação por região ou tipo de solo a qual foi responsável por um aumento considerável do coeficiente de determinação múltipla.

Segundo eles, devido a que os fatores edáficos limitantes do crescimento mudam de local para local, devem ser estudados em áreas menores onde a maioria dos fatores fica constante. Nestas condições existe a possibilidade de computar equações de previsão de qualidade de sítio.

Estimativas de índice de sítio para áreas grandes são geralmente baseadas em poucas árvores. Estas estimativas, contudo, podem não ser confiáveis, devido às variações no crescimento em altura, ainda em pequenas áreas, aparentemente similares em qualidade de sítio (CARMEAN¹¹).

Este autor ressalta que para se obter uma adequada descrição das relações entre qualidade de sítio e os fatores que a determinam, deve-se prestar especial atenção no sentido de programar uma amostragem que assegure a inclusão da toda a variação nas características de sítio, inclusive as situações

extremas, e não somente a média dessas condições.

Acrescenta ainda que, em caso contrário, as situações mais comuns são facilmente sobreamostradas, enquanto que as menos difundidas podem resultar subamostradas ou diretamente não amostradas. As parcelas localizadas nas condições de solos de menor expressão geográfica podem ser muito importantes na hora da análise estatística.

71

Neste sentido ZOTTL & TSCHINKEL salientam que normalmente a seleção das parcelas não se realiza ao acaso pela conveniência de abranger toda a faixa de qualidades de sítio.

11

CARMEAN comenta que observações detalhadas, na oportunidade do trabalho de campo, representam uma importante ajuda para se fazer uma amostragem adequada, ou seja, que compreenda todas as classes de sítios, solos e condições topográficas existentes dentro da área.

Neste sentido considera-se que uma metodologia de levantamento de solo que vise identificar a variabilidade e distribuição espacial de determinadas características, pode resultar um aspecto operativo relevante para a localização das parcelas de amostragem.

2.3.3.5 Análise estrutural.

57

QUEIROZ NETO et alii relatam que pesquisas desenvolvidas no meio intertropical propõem novos procedimentos para o levantamento e estudo dos solos, e que, sua aplicação fez avançar significativamente o conhecimento e interpretação dos dados e processos pedológicos.

8

Segundo BOULET et alii a proposta desta metodologia é a reunião lateral das observações feitas nos sucessivos perfis, assim como nos pontos de tradagem, reduzindo ao máximo a incerteza devida as interpolações, desde que no levantamento se

faz uma análise precisa das mudanças laterais, suas modalidades e sua geometria.

⁷
BOULET et alii acrescentam que este método, chamado de análise estrutural, permite o estudo tridimensional da cobertura pedológica, e que, entre outras aplicações, pode fornecer, às disciplinas que utilizem a pedologia, uma imagem, tão justa quanto possível, do solo e daquelas características de interesse para a análise do comportamento de seu objeto de estudo.

²⁹
FERNANDES BARROS ⁷, seguindo a BOULET et alii, indica que esta forma de análise pode ser apresentada em termos cartográficos através de sequências topográficas e de cartas analíticas, onde as linhas, denominadas de linhas de isodiferenciação, podem assinalar diferentes características. Por exemplo, o início ou fim de um horizonte (volume edáfico), aparecimento ou desaparecimento de um ou vários atributos, transição lateral entre volumes, limites de espessuras, etc. Salienta que a bacia de primeira ordem representa a menor unidade da paisagem, e ressalta que o estudo das coberturas pedológicas implica observar os seus vários níveis de organização: os constituintes, o agregado, o horizonte, a sequência topográfica e, finalmente, a bacia.

2.4 Aptidão florestal das terras. Importância da sua determinação.

¹³
COILE refere que o principal objetivo dos estudos das propriedades dos solos em relação ao crescimento florestal é desenvolver metodologias de avaliação do potencial produtivo das diferentes classes de terras.

⁶⁶
VAN GOOR ressalta que, inúmeras vezes, terras são destinadas para reflorestamento só por não serem boas para agricultura, e isto é uma concepção errônea de sérias consequências.

³³
Segundo GOLFARI a escolha do lugar adequado para o culti-

vo do pinheiro tem uma influência decisiva sobre o éxito da plantação, sendo tão importante que outras condições, como qualidade e origem da semente, espaçamento, tratos culturais, época de efetuar os desbastes, etc, assumem importância secundária.

Este autor recomenda efetuar, dentro da área de ocorrência natural desta essência, um levantamento expedito dos solos com o propósito de realizar um zoneamento pedológico para fins silviculturais, e salienta que a classificação dos solos tem que estar baseada também na sua capacidade de uso para o pinheiro.

De acordo com CARMEAN¹¹ a qualidade de sítio está relacionada com a aptidão das terras para o crescimento das árvores, e salienta que determinar esta capacidade produtiva é um dos primeiros passos para o manejo intensivo da floresta.

Segundo DE HOOGH & DIETRICH¹⁷ uma classificação de solo pode servir como base para a avaliação de sítio para o pinheiro desde que se baseie nos fatores especificamente relacionados ao seu crescimento. Comentam que um dos fundamentos da silvicultura e do manejo florestal é a escolha adequada da espécie em relação às características do sítio, o que vale particularmente para esta espécie, dada suas altas exigências.

Os mesmos autores ressaltam que somente se pode estimular os investimentos em reflorestamento com Araucaria quando são conhecidos os sítios que garantam seu bom crescimento. Comentários semelhantes foram realizados por DE HOOGH¹⁶ e DE HOGGH & BLUM¹⁹.

REISSMANN⁵⁹ salienta que devido a necessidade crescente dos produtos da floresta é preciso aumentar a produtividade da mesma, e que isto é possível através de um zoneamento dos solos sob o ponto de vista silvicultural.

3 MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1 ÁREA DE TRABALHO.

3.1.1 Localização.

O estudo foi realizado na Floresta Nacional do IBDF localizada no Município de Irati, Estado do Paraná, especificamente em uma bacia hidrográfica de primeira ordem que inclui partes dos talhões 2, 4, 11, 25 e 26, com uma superfície aproximada de 65 hectares. Na Figura 1 apresenta-se a localização geográfica da Flona e da área de estudo.

Na seleção da bacia foi utilizado o seguinte material de apoio: Cartas florestal, planialtimétrica e de classes de declividade (IBDF & FUPEF³⁷⁻³⁸⁻³⁹), fotos aéreas, e dados do levantamento dendrométrico realizado por IBDF & FUPEF⁴⁰. O trabalho de gabinete foi corroborado com verificações de campo.

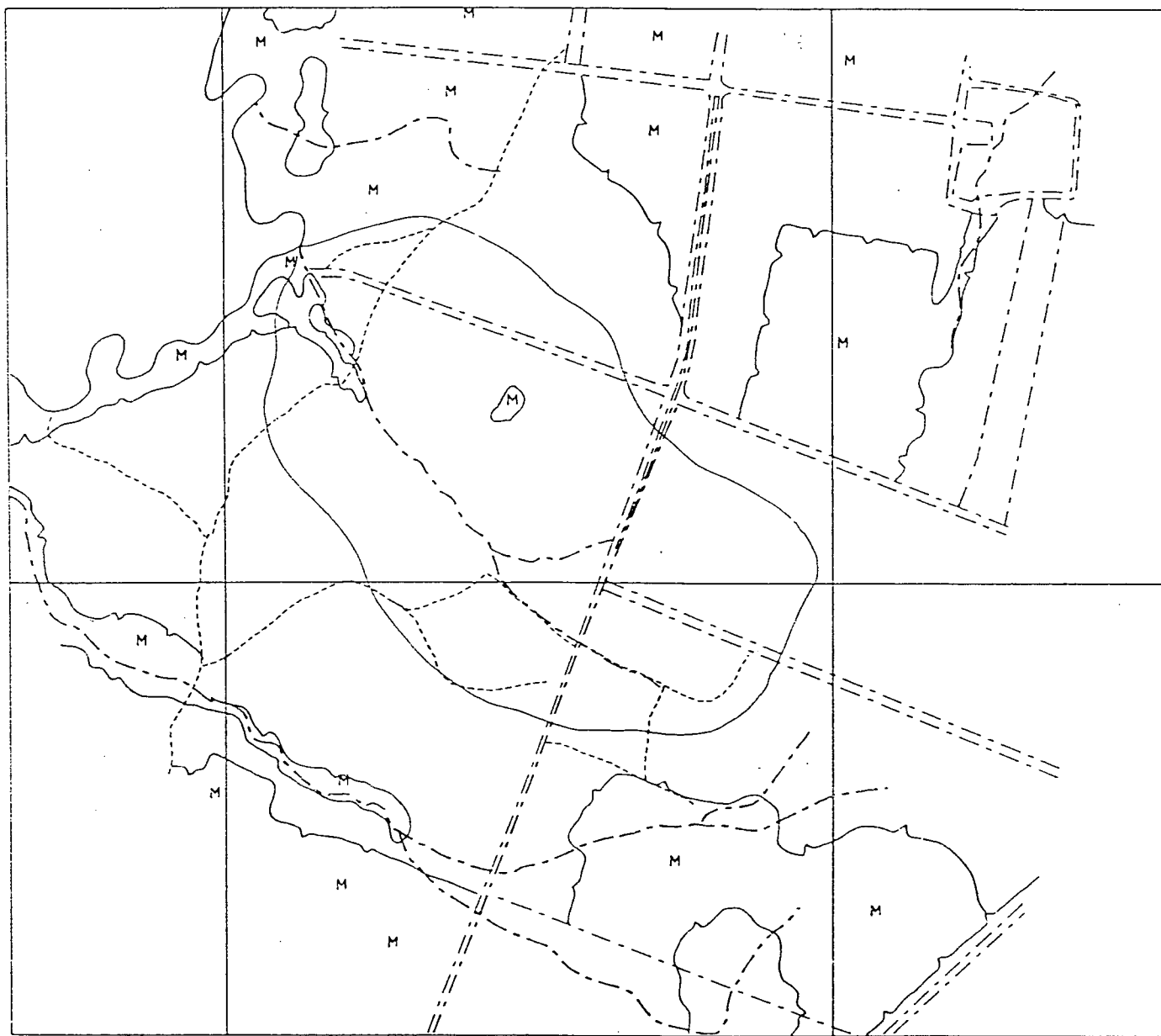
3.1.2 Caracterização do ambiente físico e da vegetação.

- **Geologia:** a geologia da região se caracteriza pela predominância de rochas sedimentares do Permiano, do Grupo Passa Dois (Formação Irati) e do Subgrupo Estrada Nova (Formações Serra Alta e Teresina), cujas principais características são (EMBRAPA & IAPAR²⁸):

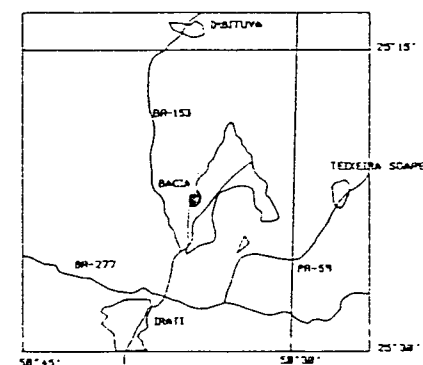
Formação Irati. Consiste numa sequência de folhelos escuros com horizontes carbonosos ou pirobetuminosos fósseis, sendo frequentes camadas ou lentes de calcário, em geral dolomítico.

Formação Serra Alta. Consiste em argilito muito uniforme, cinza escuro, de fratura irregular, com laminação indistinta, ocorrendo localmente concreções calcárias.

FIGURA 1. CARTA PLANIMÉTRICA.



FLORESTA NACIONAL DE IRATI



7194228

PLANIMETRIA

--- ARRUAMENTOS E CAMINHOS

 - REFLORESTAMENTOS E MATAS

.... - HIDROGRAFIA

ESCALA 1:10000

1989

UFPR

ELABORADO POR AERODATA S.A.

Formação Teresina. Constituída por camadas delgadas de siltitos, com leitos de arenitos, de cor cinza-escuro que se torna vermelha ou arroxeada pela decomposição. Apresenta intercalações de calcário.

- **Clima:** a área está sob a influência do tipo climático Cfb de Koeppen, mesotérmico, úmido e superúmido, sem estação seca, com verões frescos, média do mês mais quente inferior a 22 C, e com geadas severas e frequentes (GODOY et alii³¹).

- **Vegetação natural:** segundo a Carta Florestal (IBDF & FUPEF³⁷) é do tipo "Floresta com predominância de Araucaria", a qual equivale, num nível de generalização amplo à "Floresta subtropical perenifolia" conforme classificação utilizada por EMBRAPA & IAPAR²⁸. Em áreas baixas, nas proximidades dos cursos d'água, se desenvolve vegetação de várzea.

- **Solos:** as unidades cartográficas definidas por EMBRAPA & IAPAR²⁸ para a região são as seguintes:

LEa3 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo suave ondulado.

Inclusões: solos com A húmico, A moderado e Cambissolos.

LEa11 - Associação LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO + TERRA BRUNA ESTRUTURADA SIMILAR ÁLICO ambos A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo suave ondulado.

Inclusões: solos com A húmico, A moderado e Cambissolos.

PVa15 - Associação PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb textura média/argilosa com cascalho relevo forte ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ÁLICO textura argilosa relevo ondulado, ambos A proeminente floresta subtropical

perenifolia.

Inclusões: solos Litólicos e Cambissolos.

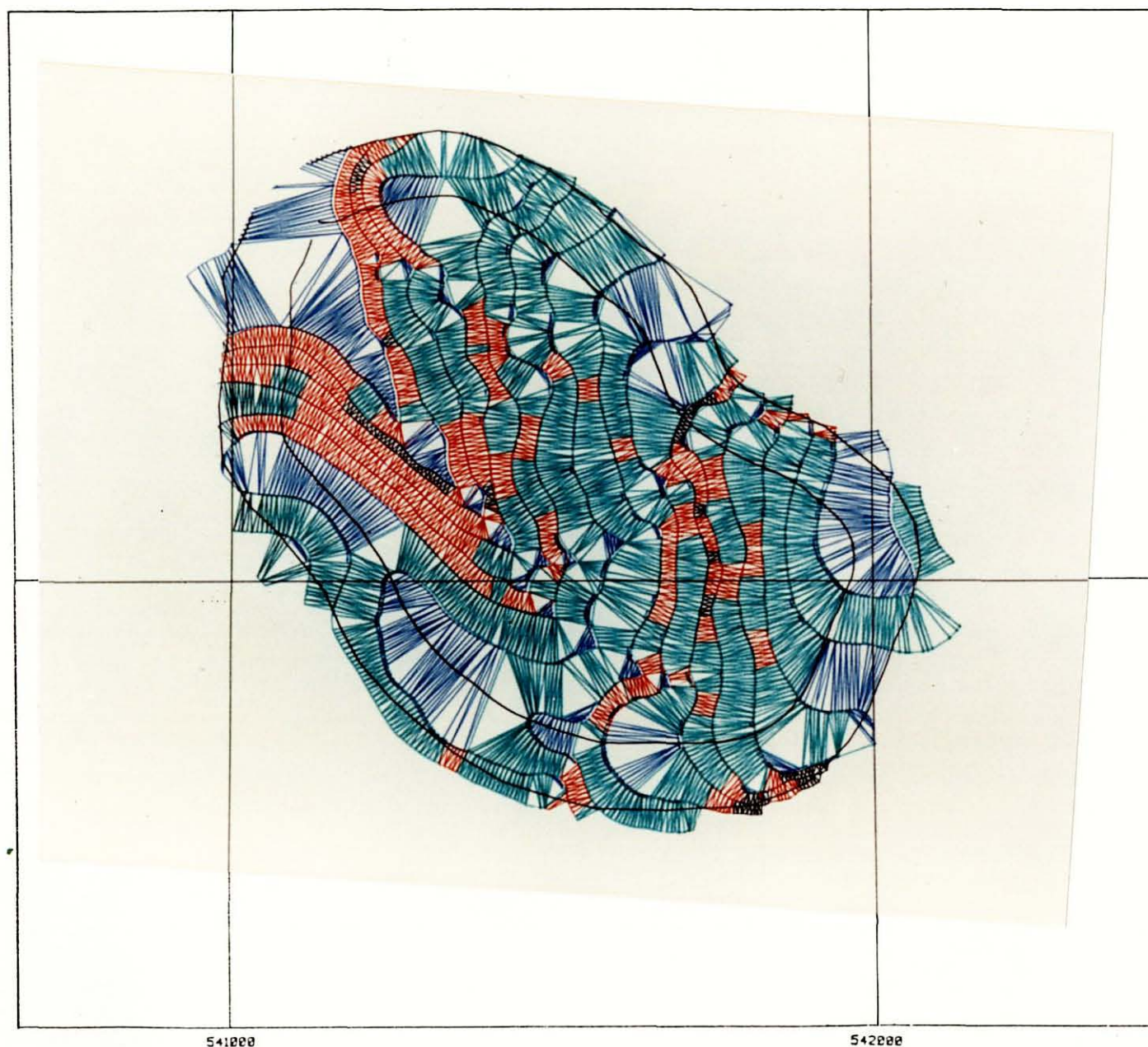
- **Altitude:** de acordo com o levantamento planialtimétrico³⁸ desta Flona (IBDF & FUPEF) varia entre os 770 e 886.

- **Relevo:** trata-se de um relevo relativamente dissecado que apresenta superfícies residuais nas partes mais elevadas, intermediárias, e jovens nas áreas baixas. As vertentes são de forma convexa nas partes superior e média e, geralmente, côncava no terço inferior. Dentro da Flona predominam as classes ondulado³⁹ e suavemente ondulado (IBDF & FUPEF). Nas Figuras 2 e 3 apresentam-se as Cartas altimétricas e de classes de declividade, correspondentes à bacia, nas quais, se pode observar o predomínio da classe suave ondulado. Adicionalmente, a Figura 4 oferece uma visão tridimensional do relevo e a localização dos transectos onde concentrou-se o levantamento de dados.

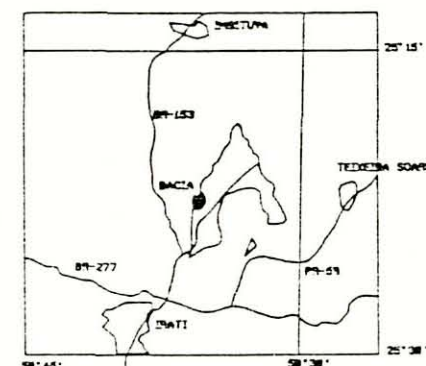
As cartas das Figuras 1, 2, 3 e 4 foram elaboradas especialmente para este trabalho na Empresa Aerodata S. A. através da restituição digital dos negativos do par estereoscópico correspondente, fotos 45372 e 45373 ITC PR. do 5/5/80, mediante um restituidor A-10 conectado ao equipamento VAX 730 por meio da interface SDI (stereo digitalizer interface). O trabalho interativo foi realizado em uma estação gráfica INTERACT; e para o processamento foram utilizados os pacotes DTM (digital terrain modeling), assim como um programa para cartas de classes de declividade desenvolvido pela Aerodata.

- **Uso atual:** a bacia está totalmente reflorestada com povoa-
mentos de Araucaria exceto nas partes afetadas por hidromorfismo. Os talhões 25 e 26, nos quais foi realizado o levantamento dendrométrico, cobrem cerca de 70% da bacia. A presença de ár-

FIGURA 3. CARTA DE CLASSES DE DECLIVIDADE.



FLORESTA NACIONAL DE IRATI



7194000

DECLIVIDADE

AZUL	-	0	A	3	GRAUS
VERDE	-	3	A	8	GRAUS
VERMELHO	-	8	A	15	GRAUS
PRETO	-	15	A	25	GRAUS

ESCALA 1:10000

1989

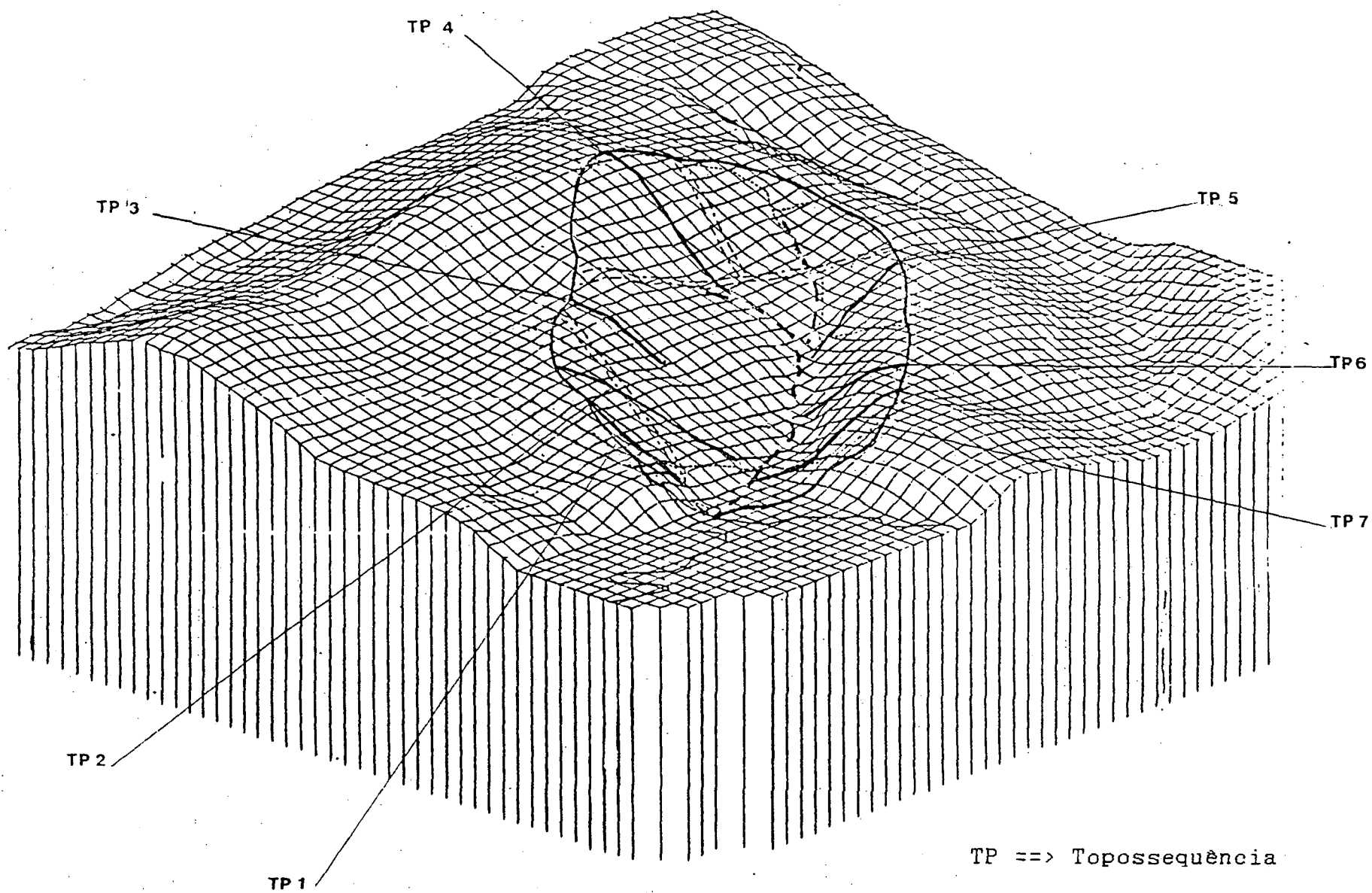
UFPR

ELABORADO POR AERODATA S.A.

541000

542000

FIGURA 4. DIAGRAMA DE BLOCO



vores nativas nos talhões 2, 4 e 11 determinou a inconveniência da localização de parcelas para amostragem dendrométrica.

Na Tabela 1 apresentam-se dados do histórico dos talhões amostrados. A vegetação anterior ao plantio foi uma mata de Araucaria explorada, na qual se praticou pecuária extensiva. Seis anos após da sementeira foi efetuado um raleamento na plantação. O estado sanitário atual é satisfatório, sem vestígios de doenças, ataques de pragas ou incêndios.

TABELA 1. HISTORICO DOS POVOAMENTOS.

	Talhão	
	25	26
Ano de plantio	1953	1953
Espaçamento inicial (metros)	1 * 1	2 * 1
Desbastes: primeiro	1965	1965
segundo	1968	1969
terceiro	1970	1974
quarto	1976	1980
quinto	1981	-

3.2 MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DOS DADOS.

3.2.1 Levantamento de campo.

Os dados foram coletados entre abril e novembro de 1988.

3.2.1.1 Edáfico.

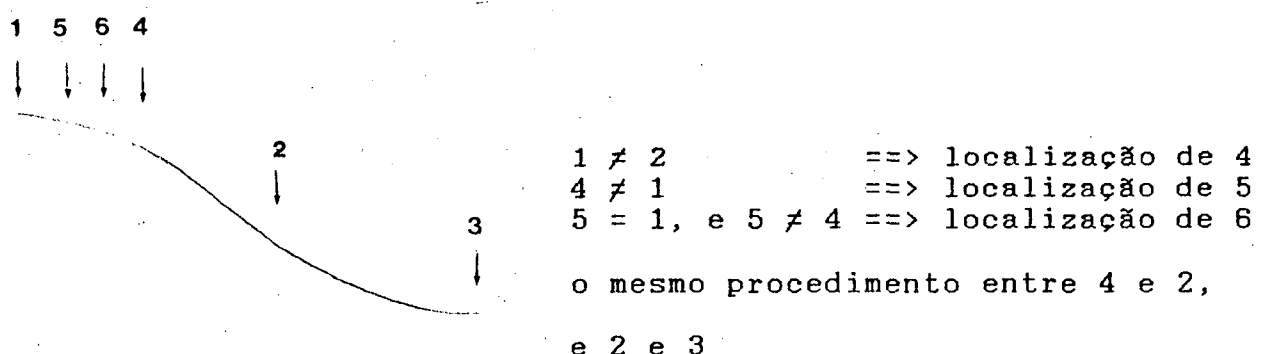
Os solos da bacia foram estudados visando identificar a presença e localização das transições, tanto verticais quanto horizontais, dos diferentes horizontes e camadas, além das classes de solos presentes.

Dentro da bacia, considerada a unidade de relevo, foram selecionadas topossequências para o estudo em detalhe. Nesta

seleção procurou-se abranger diferentes situações topográficas para o qual foi utilizado o material cartográfico referido no item 3.1.1 e apoio de campo. A direção das topossequências foi determinada com bússola, o comprimento com trena e a declividade com clinômetro.

Foram levantadas sete sequências topográficas a partir do divisor das águas em direção ao coletor adjacente, seguindo aproximadamente a linha de maior declividade. Foi utilizada, com adaptações, a metodologia descrita por BOULET et alii⁷ que consiste em examinar três trincheiras, situadas na parte alta, média e baixa de cada sequência, e após, realizar observações intermediárias mediante tradagem, sendo estas últimas tanto mais numerosas e próximas quanto mais rápidas e importantes resultarem as variações laterais das características em estudo. A Figura 5, tomada de BOULET et alii⁸, esquematiza este procedimento. As referidas adaptações consistiram em fazer: a) antes da abertura das trincheiras uma tradagem preliminar para não localizá-las em áreas de transição, b) o levantamento foi realizado só em áreas reflorestadas, e, c) para um nível de generalização cartográfica alto, de acordo com os objetivos deste trabalho.

FIGURA 5. ESQUEMA PARA A LOCALIZAÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM EM ESTUDOS DE TOPOSSEQUÊNCIAS.



Desta forma a localização dos sítios onde posteriormente

foram abertas as trincheiras foi decidida com base nas observações de amostras obtidas em furos de trado. Procurou-se amostrar perfis com máxima expressão dos horizontes principais, que incluíam as diferentes classes de solos observados a nível dos transectos.

Devido à existência de sítios onde a densidade dos povoamentos é extremamente baixa, especialmente nas proximidades dos canais de drenagem, ou que nunca foram reflorestados, várias sequências finalizaram pouco antes de atingir o nível do coletor.

O número de trincheiras por topossequência resultou variável, entre 2 e 4, em função do comprimento das seções e da heterogeneidade edáfica observada. Ao todo foram abertas vinte trincheiras.

Para a identificação das topossequências utilizou-se numeração binária, onde o primeiro dígito indicou a sequência em questão, enquanto o segundo, o número da trincheira dentro desse transecto, correspondendo para este último uma ordem crescente a partir do topo da vertente. Por exemplo, para a topossequência 1, na qual foram abertas três trincheiras, temos:

Número	Representa:		
	Toposseq.	Perfil	Posição topográfica
11	1	1	topo.
12	1	2	terço médio.
13	1	3	terço inferior.

A descrição morfológica dos perfis foi realizada com base nos critérios propostos por LEMOS & SANTOS⁴⁵ e EMBRAPA²⁶.

Foram amostrados os diferentes horizontes e sub-horizontes. Cada amostra foi composta de três sub-amostras tomadas de distintas partes da trincheira. Nestas amostras foram realizadas as

análises físicas e químicas necessárias para classificar os solos e caracterizar os seus volumes através da análise estrutural.

Para os estudos de qualidade de sítio foram tomadas, também, amostras para a determinação da densidade do solo.

Finalizada a descrição e amostragem dos perfis, de cada topossequência, efetuou-se a tradagem das partes intermediárias, alcançando, em média, um metro de profundidade. No sentido horizontal as tradagens foram praticadas só até o ponto de localizar as regiões de transição lateral entre os volumes edáficos característicos (horizontes e camadas principais).

Para facilitar as comparações entre os volumes edáficos amostrados nas observações intermediárias e/ou nas trincheiras, e diminuir a subjetividade, foi usado um comparador de amostras (pedocomparador) com capacidade para 10 perfis de até 8 horizontes.

Nas observações intermediárias foram registradas as mudanças nas seguintes características: cor, sequência e espessura dos horizontes, textura, nódulos e concreções, consistência e presença de cascalhos.

3.2.1.2 Dendrométrico.

Nos talhões de amostragem, 25 e 26, foram instaladas parcelas temporárias de 20 m por 30 m (600 m²), tomando, como centro do retângulo, a localização da trincheira de amostragem de solo, com o lado menor paralelo à direção da topossequência. Ao todo totalizaram 16 unidades amostrais.

Nestas parcelas foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores e as alturas das 6 mais grossas, cuja média aritmética representa a altura dominante - índice de sítio - correspondente a cada parcela. Aplicou-se, então, o critério que define a altura dominante por hectare como a altura média das 100

árvores mais grossas, (PRODAN * citado por DE HOOGH¹⁶).

Em cada parcela foi selecionada e abatida uma árvore, representativa das dominantes, para efetuar a análise de tronco. Após a derrubada o fuste foi seccionado às alturas de 0,10, 0,30, 0,70, 1,30, 2,00 metros, e daí em diante a intervalos constantes de 2,00 metros até o topo, porém estas posições de retirada das fatias variaram toda vez que houve coincidência com nós. Esta⁴⁸ operação foi realizada com base nas recomendações de MACHADO .

Dada a correspondência de localização entre perfis de solo, parcelas temporárias e árvores derrubadas, usou-se como identificação destas duas últimas o número do perfil correspondente. Isto é, o perfil 11 deu origem à parcela de amostragem florestal 11, na qual, por sua vez, foi selecionada e derrubada a árvore 11.

3.2.2 Laboratório.

3.2.2.1 Análise de solo.

As amostras foram submetidas aos seguintes tratamentos e análises (exceto menção específica trata-se de metodologias preconizadas pela EMBRAPA²⁵):

- Preparo: secas ao ar, moídas e passadas por peneira de 2 mm, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA).
- Calhaus e cascalhos: método gravimétrico.
- Fator de umidade (f).
- Textura: método da pipeta, usando NaOH 1 N como dispersante. Nas amostras correspondentes aos horizontes superficiais foi eliminada a matéria orgânica por tratamento com água oxigenada.
- Densidade do solo (Ds): método do anel volumétrico.
- Densidade de partículas (Dp): método do balão volumétrico.

* PRODAN, M. Holzmesslehre. Frankfurt. 1965.

- Porosidade total (Pt): calculada através da seguinte relação:

$$Pt (\%) = ((Dp - Ds) / Dp) \times 100$$

- Umidade a 15 atmosferas (U-15-): utilizando o extrator de Richards, com placa de cerâmica.

- Umidade a 1/3 atmosferas (U-1/3-): utilizando panela de pressão, com placa de cerâmica.

- Capacidade de água disponível (CAD): calculada como a diferença entre a umidade de capacidade de campo (água retida a 1/3 de atm.) e a umidade do ponto de murcha permanente (água retida a 15 atm.), ambas expressas em relação a volume, de acordo com PETERS⁵³ e REICHARDT⁵⁸.

- Porosidade de aeração (Pa): calculada como a diferença entre porosidade total (Pt) e o volume de água retida a capacidade de campo (água retida a 1/3 atm., expressa em relação a volume), de acordo com PAULA SOUZA⁵¹.

- pH em água: relação 1:2,5.

- pH em KCl: relação 1:2,5.

- Cálcio mais magnésio trocáveis (Ca+Mg): extração com KCl 1 N e determinação por complexometria com emprego de EDTA.

- Potássio e sódio trocáveis (K e Na): extração com HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025 N e determinação por fotometria de chama.

- Hidrogénio mais alumínio extraíveis (H+Al): pelo método do acetato de cálcio 1 N.

- Soma de bases (S): calculada segundo a fórmula

$$S = Ca + Mg + K + Na, \quad \text{em meq/100g de solo}$$

- Capacidade de troca de cátions (T): calculada segundo a expressão

$$T = S + (H+Al), \quad \text{em meq/100g de solo}$$

- Percentagem de saturação de bases (V): calculada como

$$V (\%) = 100 \times S / T$$

- Alumínio trocável (Al): extração com KCl 1 N e determinação por titulação com NaOH.

- Percentagem de saturação com alumínio (Sat. Al): calculada como

$$\text{Sat. Al } (\%) = (\text{Al} / (\text{Al} + \text{S})) \times 100$$

- Nitrogênio total (Nt): método de Kjeldahl por destilação a vapor.

- Carbono orgânico (C): método colorimétrico segundo QUAGGIO⁵⁶ & RAIJ em base a peso.

- Relação C/N: calculada assim

$$C/N = C (\%) / Nt(\%)$$

- Matéria orgânica (M.O.): calculada pela seguinte expressão

$$M.O. (\%) = C \text{ org.}(\%) \times 1,724$$

- Fósforo assimilável: extração com HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025 N e determinação fotocolorimétrica com azul de molibdato.

3.2.2.2 Análise de tronco.

Os discos foram secos em estufa e posteriormente lixados⁴⁸ segundo recomendações de MACHADO.

Em cada fatia identificou-se a direção do raio maior, a partir da qual, e separada por um ângulo de 45 graus, traçou-se uma linha completa (diâmetro). Um segundo diâmetro foi marcado em direção perpendicular ao anterior, obtendo-se desta forma quatro raios sobre os quais foram medidos os anéis de crescimento³ (BARUSSO).

Para transformar estes dados nas alturas ao longo da vida das árvores foi utilizado um programa em linguagem "basic".

3.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS.

3.3.1 Solos.

3.3.1.1 Classificação.

Os solos foram classificados de acordo com as Normas do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos da EMBRAPA, segundo CAMARGO et alli¹⁰ e com a atualização editada²⁷ pela EMBRAPA.

3.3.1.2 Expressão cartográfica.

A informação do levantamento de campo foi analisada com o intuito de sintetizar, a nível de cada topossequência, as mudanças observadas nos diferentes horizontes e camadas, tanto no sentido horizontal quanto vertical. Procurou-se desta forma obter uma aproximação integradora das identidades edáficas detectadas ao longo dos transectos em estudo, as quais, dada sua natureza tridimensional, foram conceitualizadas como sendo volumes edáficos.

Foram seguidos os critérios utilizados por BOULET et alii⁷ e por FERNANDES BARROS²⁹. Traçou-se então o perfil topográfico correspondente a cada transecto e elaborou-se uma legenda com os principais atributos de cada volume, para em seguida representar cartograficamente a informação edáfica pertinente. Considerando que estas representações incluem características dos solos e da topografia foram denominadas de topopedossequências.

Procurou-se utilizar uma cartografia temática apropriada para relacionar atributos do solo com o crescimento em altura. Para isto foi aplicado o conceito de linhas de isodiferenciação, com base nos trabalhos acima referidos.

Para elaborar estas cartas foram delineadas curvas indicadoras de mudanças em características morfológicas simples de medir em condições de campo e que, com base na análise estatística e/ou observações de campo, mostraram certo grau de

correlação com o desenvolvimento da altura dominante, isto é, características diagnósticas.

Para estabelecer os limites das características selecionadas, necessários para o traçado das curvas, foram utilizados os intervalos de confiança correspondentes às médias aritméticas dessas variáveis, obtidas a partir dos valores observados para cada classe de sítio. Quando isto não foi possível efetuou-se com base nos antecedentes da literatura e observações de campo.

Adicionalmente foi elaborada uma carta de solos para efeito de comparação com a carta de qualidade de sítio. Para isto foram incorporadas algumas observações em cortes de estradas secundárias. Ressalta-se que esta carta corresponde a um levantamento semidetalhado apesar da sua representação cartográfica em escala 1:10.000, própria de um levantamento detalhado.

3.3.2 Crescimento em altura.

3.3.2.1 Curvas de índice de sítio.

Foram construídas curvas anamórficas de índice de sítio com base nos pares altura-idade obtidos através da análise de tronco.

A regressão altura sobre idade, para determinação da curva guia, efetuou-se empregando o seguinte modelo (PRODAN⁵⁵):

$$H_i = I_i^2 / (a + b \times I_i + c \times I_i^2) \quad (1)$$

onde:

H_i : i-ésima altura, em metros;

I_i : i-ésima idade, em anos;

a, b e c: coeficientes a serem estimados.

Para estimar estes coeficientes transformou-se a equação (1) em:

$$Z_i = a + b \times I_i + c \times I_i^2 \quad (2)$$

sendo

$$Z_i = I_i^2 / H_i$$

Na estimativa dos coeficientes foi utilizado o método dos mínimos quadrados. Estes cálculos, assim como os das estimativas de ajuste, foram computados através de programas em linguagem "basic".

A precisão do ajuste do modelo foi avaliada através dos seguintes indicadores: significância da estimativa dos coeficientes (teste "t"), coeficiente de determinação múltipla (R^2), erro padrão da equação de regressão (S_{xy}) e da análise visual dos resíduos.

Assim:

- Teste "t": os valores de t obtidos para os coeficientes foram comparados com os de tabela para níveis de significância de 0,05 e 0,01.

- $R^2 = \frac{SQ \text{ regressão}}{SQ \text{ totais}} \quad (1)$

- $S_{xy} = QM \text{ resíduos} \quad (1)$

(1) valores obtidos da tabela de análise de variância do modelo.

Ajustado o modelo da curva guia selecionou-se a idade índice e o número de intervalos de classe em função da dispersão das alturas observadas nesta idade.

Para construir as curvas limites de classes calculou-se o fator de proporcionalidade correspondente a cada uma, como especificado a seguir:

$$f_{ci} = H_g / H_{ci} \quad (3)$$

onde:

f_{ci} : fator de proporcionalidade correspondente a i-ésima curva limite de classe;

H_g : altura, na idade índice (idade de sitio), correspondente à curva guia;

H_{ci} : altura, na idade índice, pré-fixada para a i-ésima curva limite de classe;

ci: i-ésima curva limite de classe.

Os pares altura-idade correspondentes para cada curva limite de classe foram calculados como:

$$H_{cij} = H_{gj} \times f_{ci}$$

onde:

H_{cij} : altura da i-ésima curva limite de classe na j-ésima idade;

H_{gj} : altura da curva guia na j-ésima idade;

f_{ci} : fator de proporcionalidade, calculado segundo (3).

3.3.2.2 Cartografia de classes de sítio.

Com os valores da altura dominante das parcelas amostrais e as alturas limites de classes de sítio estabelecidas para o traçado das curvas, obteve-se a classe de sítio correspondente a cada parcela.

Os valores de classe de sítio das 16 parcelas foram posteriormente assinalados numa carta da bacia, e, a partir desta rede, elaborou-se uma carta de classes de sítio. O traçado das linhas fez-se através da interpolação dos dados observados de classes de sítio e, quando necessário, com apoio na carta altimétrica (Figura 2).

3.3.3 Relações entre características edáficas e crescimento em altura.

3.3.3.1 Análise estatística.

As relações estatísticas entre altura dominante e variáveis do solo foram determinadas através da análise de correlação e regressão linear simples e múltipla.

3.3.3.1.1 Variáveis independentes. Transformações empregadas.

As características do solo, correspondentes a cada unidade amostral, foram expressas da seguinte forma:

- Declividade : em percentagem.

- Morfológicas (horizontes): em volume, calculado como

$$\text{Volume } H_j \text{ (dm}^3\text{)} = \text{Espessura } H_j \text{ (dm)} \times 100 \text{ dm}^2 \quad (1)$$

onde:

Volume H_j : volume por m^2 de área do j -ésimo horizonte;

Espessura H_j : espessura do j -ésimo horizonte;

j : um horizonte qualquer, principal (A ou B), de transição (AB, BA ou AC), ou resultante do somatório de alguns dos anteriores;

100 dm^2 : fator constante utilizado para obter uma expressão volumétrica dos dados.

A espessura de H calculou-se de acordo com

$$\text{Espessura } H_j = \sum_{i=1}^n \text{Espessura } h_{ji}$$

sendo:

h_{ji} : i -ésimo subhorizonte do j -ésimo horizonte;

n : número de subdivisões i do j -ésimo horizonte.

Os horizontes (ou volumes) H foram compostos e identificados da seguinte maneira:

horizonte A: somatório dos volumes A_i correspondentes;

horizonte T: somatório dos volumes dos horizontes de transição entre o horizonte principal A e seu subjacente, sejam AB, BA ou AC;

horizonte B: somatório dos volumes B_i correspondentes, com a adição, quando presente, do BC. Nas parcelas onde o topo do C não foi atingido, este horizonte resultou só parcialmente levantado.

Estes volumes foram também integrados, pelos respectivos somatórios, e identificados como volumes A+T, e solum (A+T+B).

Ressalta-se então, que H pode representar tanto os volumes

correspondentes aos horizontes A, T e B como a seus somatórios A+T e solum (A+T+B).

- Físicas, químicas e biológicas.

Foram expressas em relação aos horizontes A, T e B, ou a seus somatórios. Para isto foi preciso efetuar o cálculo das médias ponderadas segundo a expressão:

$$X-H_j(m) = \sum_{i=1}^n (X-h_{ji}(m) \times \text{volume } h_{ji} / \text{volume } H_j) \quad (2)$$

sendo:

X-H_j(m): média ponderada da variável X, expressa em relação á massa, correspondente ao j-ésimo horizonte;

X-h_{ji}(m): valor da variável X, expressa em relação á massa, correspondente ao i-ésimo subhorizonte do j-ésimo horizonte;

n: número de subdivisões do j-ésimo horizonte.

As variáveis texturais, areia, silte e argila (% masa/masa), pH e percentagem de saturação com alumínio -adimensionais- resultaram expressas por sua média ponderada, sem outra transformação. As demais foram expressas em relação ao volume das amostras de solo, para o qual foi preciso transformar a equação (2) em:

$$X-H_j(v) = \sum_{i=1}^n (X-h_{ji}(m) \times D_{s-h_{ji}} \times \text{volume } h_{ji} / \text{volume } H_j) \quad (3)$$

onde:

X-H_j(v): média ponderada da variável X, expressa em relação ao volume, correspondente ao j-ésimo horizonte;

X-h_{ji}(m): valor da variável X, expressa em relação á massa, correspondente ao subhorizonte h_{ji};

D_{s-h_{ji}}: densidade do solo, correspondente ao subhorizonte h_{ji}.

Após estes cálculos a expressão das variáveis resultou em:

- # % (volume/volume) - retenção de água a 1/3 e 15 atmosferas,
 - capacidade de água disponível (CAD),
 - porosidade total (Pt), e de aeração (Pa),
- # Equiv./100 dm³ - alumínio + hidrogênio extraíveis (Al+H),
 - soma de bases (S),
 - capacidade de troca de cátions (CTC),
 - alumínio trocável (Al), e em
- # Kg/100dm³ - carbono orgânico (C), e
 - nitrogênio total (Nt).

Ao efeito de uma simulação mais aproximada às condições de absorção radicular, estas variáveis foram expressas também como sendo as quantidades contidas nos diferentes volumes H_j, calculados segundo (1).

Para esta transformação foi aplicada a seguinte relação:

$$X_t - H_j = X - H_j(v) \times \text{Volume } H_j$$

onde:

X_t-H_j: quantidade da variável X contida no volume do j-ésimo horizonte, correspondente a uma área de 1 m²;

X-H_j(v): concentração da variável X, em relação a volume, calculada segundo (3);

Volume H_j: volume do j-ésimo horizonte, calculado segundo (1).

Após estes cálculos a expressão das variáveis resultou em:

- # dm³/volume do horizonte, referido a 1 m², (em dm³)
 - retenção de água a 1/3 e 15 atmosferas,
 - capacidade de água disponível (CAD),
 - porosidade total (Pt), e de aeração (Pa),
- # Equivalentes/volume do horizonte, referido a 1 m², (em dm³)
 - alumínio + hidrogênio extraíveis (Al+H),

- soma de bases (S),
- capacidade de troca de cátions (CTC),
- alumínio trocável (Al), e em

Kg/volume do horizonte, referido a 1 m², (em dm³)

- carbono orgânico (C), e
- nitrogênio total (Nt).

3.3.3.1.2 Seleção preliminar de variáveis.

Neste aspecto considerou-se a recomendação de CARMEAN¹¹ de iniciar o estudo das relações através da análise de correlação e regressão simples.

Consequentemente foram calculadas as correlações e regressões simples entre as alturas dominantes e as variáveis independentes tal como definidas no item anterior, agrupadas por horizontes, ou seus somatórios, com o intuito de identificar aquele mais relacionado com o crescimento.

Os cálculos foram computados por meio de programas em linguagem "basic".

Inicialmente foi analisado o comportamento das variáveis em termos gerais, entre as diferentes formas de expressão e entre os tipos de características que representam, após do que entrou-se numa análise mais detalhada para convergir na referida seleção do horizonte.

Selecionado este horizonte (A+T) realizou-se a seleção preliminar das variáveis em função dos critérios enunciados a seguir:

- que na análise de correlação e regressão simples apresentassem significância ao nível de 95% de probabilidade no teste "F". Dentro do possível, foi considerado o fato de que este comportamento pudesse ser interpretado, também, do ponto de vista biológico

- que pudessem ser consideradas, pelo menos a priori, nada ou pouco influenciadas pelo reflorestamento, e, desta forma, ter valor de predição para avaliações de aptidão florestal das terras para esta espécie.

3.3.3.1.3 Ajuste do modelo de regressão múltipla.

Com as variáveis remanescentes da seleção preliminar ajustou-se o seguinte modelo máximo de regressão linear múltipla, já utilizado por DE HOOGH & DIETRICH¹⁷ e por DE HOOGH¹⁶ :

$$IS = b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + \dots + b_n \times X_n$$

onde:

IS: índice de sítio (altura dominante);

X_i : fatores do sítio $i = 1, 2, \dots, n$;

b_i : coeficientes do modelo $i = 1, 2, \dots, n$.

Para selecionar as variáveis a entrar no modelo foram utilizados os métodos "Stepwise" e "Backward" (eliminação)²⁴ (DRAPER & SMITH). Trabalhou-se com F parciais nos seguintes níveis de significância: 0,05 e 0,10.

Na estimativa dos coeficientes foi utilizado o método dos mínimos quadrados. Estes cálculos, assim como os correspondentes aos indicadores de ajuste, foram computados por meio de programas em linguagem "basic".

A precisão do ajuste dos modelos foi avaliada através dos seguintes indicadores: significância da estimativa dos coeficientes (teste "t"), coeficiente de determinação múltipla (R^2), coeficiente de determinação múltipla ajustado (R^2_a), erro padrão da estimativa (S_{xy}), erro padrão da estimativa em percentagem ($S_{xy} \%$) assim como da análise visual dos resíduos.

Assim:

- Teste "t": os valores de t obtidos para os coeficientes foram comparados com os de tabela para níveis de significância de

0,05 e 0,01.

- $R^2 = \text{SQ regressão} / \text{SQ totais} \quad (1)$
- $R^2_a = 1 - (1 - R^2) \times ((n - 1) / (n - p))$

onde:

n: número de observações,

p: número de coeficientes do modelo, incluso o b_0 .

- $S_{xy} = \text{QM resíduos}^{1/2} \quad (1)$

- $S_{xy} \% = (S_{xy} / H) \times 100$

onde:

H: média aritmética das alturas observadas.

(1) valores obtidos da tabela da análise de variância do modelo.

- Gráfico de resíduos: foram plotados os resíduos padronizados calculados como:

$$R_{p\ i} = ((H_{\text{obs.}i} - H_{\text{est.}i})) / S_{xy}$$

sendo:

R_p : resíduo padronizado,

$H_{\text{obs.}}$: altura observada (metros),

$H_{\text{est.}}$: altura estimada pelo modelo (metros),

i: i-ésima observação.

Adicionalmente traçaram-se os gráficos para as diferentes equações, permitindo analisar os seus ajustes com referência aos valores observados. Desde que os modelos de melhor ajuste incluíram só duas variáveis, sendo uma comum a todos (% silte), as funções foram simplificadas mantendo constante o valor desta última característica (utilizou-se a média de seus dados observados).

3.3.2 Análise cartográfica.

Através da análise visual da superposição de transparências foram estudadas as relações entre a carta de classes de sítio com as de curvas de isodiferenciação e a de solos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1 CARACTERIZAÇÃO EDÁFICA.

Tal como indicado no item 3.2.1.1 o levantamento de dados concentrou-se em 7 topossequências, e com maior detalhe nos 20 sítios selecionados, onde foi aberta uma trincheira por local. A descrição, classificação e dados analíticos destes perfis apresenta-se no Apêndice.

Na Tabela 2 constam os atributos dos solos mais relevantes para sua classificação. Foram identificadas seis classes de solos, sendo que os Latossolos Vermelhos Escuros e os Podzólicos Vermelhos Escuros, quando classificados em níveis mais baixos, apresentaram diferenças notáveis em algumas características. Observa-se que, em relação ao seu tamanho, a bacia em estudo mostra marcada variabilidade taxonômica.

O padrão de distribuição das classes de solo apresenta relações variáveis com respeito ao relevo, sendo que:

- os Latossolos Vermelhos Escuros situam-se nos topos das vertentes, em superfícies relativamente aplainadas, exceto o local 44 localizado em posição mais baixa,
- os Latossolos Vermelhos Amarelos foram observados na base do terço superior da vertente norte,
- os Podzólicos situam-se tipicamente nas áreas de maior declividade, nas partes médias das vertentes,
- os Cambissolos não apresentam um padrão regular, e foram identificados ora em posições elevadas (locais 31 e 51), ora baixas (locais 13 e 73), assim como intermediárias no caso do local 22,
- os Regossolos e Hidromórficos indiscriminados margeam os canais

TABELA 2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE SOLO.

Classe I de solo	Atributos diagnósticos						I Num. do perfil
I	Complexo sortivo I	Natureza interme-diária	Atividade da argila	Espessura do solum	Tipo de A	Classe I de textura I	I
LVE (1)	Alico	-	-	-	moderado	argila	11
	Alico	-	-	-	proemin.	argila	21
	Alico epi-distrófico	-	-	pouco prof.	moderado	argiloso muito	41
	Alico epi-distrófico podzólico	-	-	-	moderado	argiloso muito	44
	Alico	-	-	-	proemin.	argiloso muito	61
LVA (2)	Alico	podzolico	-	pouco prof.	moderado	argiloso muito	12
	Distrófico	-	baixa	raso	moderado	argila	42
PVE (3)	Alico epi-distrófico	-	baixa	-	moderado	argiloso muito	43
	Alico latossólico	-	-	-	proemin.	argiloso muito	72
PVA (4)	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	23
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	32
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	52
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	62
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	71
Ca (5)	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	13
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	22
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	31
	Alico	-	baixa	-	proemin.	argila	51
	Alico epi-distrófico	-	baixa	-	proemin.	argila	73
Re (6)	Alico	-	baixa	-	moderado	argiloso muito	53

(1) LATOSSOLO VERMELHO ESCURO
 (3) PODZOLICO VERMELHO ESCURO
 (5) CAMBISSOLO

(2) LATOSSOLO VERMELHO AMARELO
 (4) PODZOLICO VERMELHO AMARELO
 (6) REGOSSOLO

de drenagem.

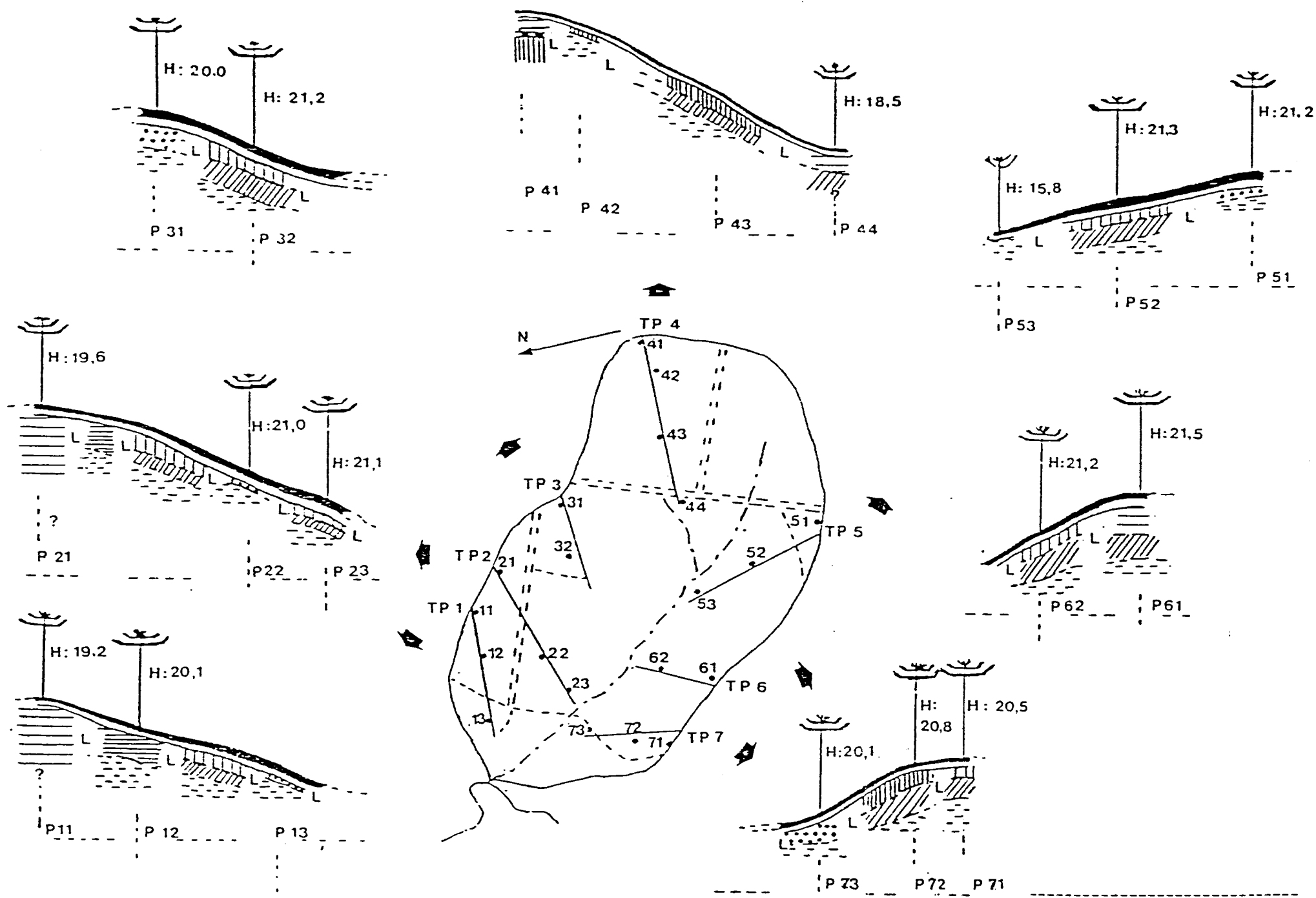
4.1.1 Caracterização das topopedossequências.

Com apoio nas cartas planimétrica e altimétrica (Figuras 1 e 2), com os dados do levantamento topográfico, e da amostragem de solos em perfis e observações intermediárias, elaborou-se a Figu-

ra 6. Ela mostra a distribuição espacial dos volumes edáficos correspondentes às sete topopedossequências, a direção e comprimento destas últimas, a localização dos perfis, e a altura dominante das parcelas de amostragem florestal.

A seguir apresentam-se as principais características dos volumes edáficos observados:

- Volume 0 : trata-se de um volume constituído principalmente por material orgânico, cobrindo as vertentes em toda sua extensão com 4 a 6 cm de espessura. O grau de alteração e fragmentação, a presença de raízes finas e de hifas aumenta com a profundidade. Inclue os horizontes Oo e Odo.
- Volume 1 : ocorre sob o volume 0 com espessura variando entre 8 e 40 cm. Nas áreas de Latossolos e Podzólicos Vermelhos Escuros a coloração predominante é bruna amarelada escura, em úmido, e de vermelha amarela a bruna avermelhada escura em seco; enquanto que varia de bruna escura a bruna acizentada muito escura (úmido) e de bruna a bruna amarelada (seco) em áreas de Latossolos e Podzólicos Vermelhos Amarelos e Cambissolos. A classe textural mais comum é argila, porém identificou-se também muito argilosa (parte da topopedossequência 4) e argila arenosa (parte da topopedossequência 5 e no topo da 7). A estrutura característica é moderada, pequena a média, blocos subangulares; e a consistência friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; com exceção do sopé da topopedossequência 5 onde a estrutura tende a forte e angular e a consistência a firme/muito firme, plástica e pegajosa. Em geral muitos poros, pequenos a muito pequenos. Destacam-se a presença de abundantes raízes finas, canais pequenos e nódulos escuros que denotam boa atividade biológica. Corresponde-se com o horizonte A.



LEGENDA

	Volume 1 (horizonte A)		Volume 4/2 (horizonte Bt, variedade vermelho amarelo)
	Volume 2 (horizonte AB ou BA, AC na área do perfil 53)		Volume 5 (horizonte Bi)
	Volume 3/1 (horizonte Bw, variedade vermelho escuro)		Volume 6 (horizonte BC)
	Volume 3/2 (horizonte Bw, variedade vermelho amarelo)		Volume 7 (canaçada C)
	Volume 4/1 (horizonte Bt, variedade vermelho escuro)		Volume 8 (canaçada de pedras)

P	: perfil (ou parcela)
TP	: toposedossequência
L	: transição lateral
H	: altura (metros)
?	: distância até o topo do C desconhecida

Escala:

Carta	=>	1:10.000
Toposedossequências:		
Horizontal	=>	1:5.000
Exagero vertical	=>	3 x 1
Espessura solos	=>	1:200
Altura árvores	=>	1:1000

- Volume 2: ocorre sob o volume 1, com espessura variando entre 13 e 40 cm. Trata-se de um volume transicional que, na nomenclatura clássica, corresponde, em algumas áreas, ao horizonte AB, e em outras ao BA; exceto no sopé da topopedossequência 5 onde a transição é do tipo AC. Em áreas de Latossolos e Podzólicos Vermelhos Escuros a coloração predominante varia de bruna avermelhada escura a vermelha escura (úmido) e de bruna avermelhada escura a vermelha amarela (seco); enquanto que nas áreas de Latossolos e Podzólicos Vermelhos Amarelos, assim como de Cambissolos, são comuns as cores brunadas em ambos estados de umidade. A classe textural é argila, exceto em partes da topopedossequência 4 onde é muito argilosa. Predomina a estrutura moderada, média, blocos subangulares; e consistência friável a firme, plástica e ligeiramente pegajosa. Em algumas áreas apresenta cerosidade fraca e pouca. Poros comuns a muitos, geralmente pequenos a médios. Raízes de comuns a poucas, de grossuras diversas.
- Volume 3/1: ocorre sob o volume 2 nos espigões das topopedossequências 1, 2, 4 e 6, assim como numa pequena área no sopé da topopedossequência 4, porém menos desenvolvido. Nas topopedossequências 1 e 2 a espessura ultrapassa os 250 cm, enquanto que na topopedossequência 6, de menor comprimento e maior declividade, alcança os 100 cm. No topo da topopedossequência 4 este volume é interrompido por um contato litoide. A cor predominante em umido é vermelha escura, enquanto que em seco varia entre vermelha e vermelha amarelada. A textura varia entre argilosa e muito argilosa. Sua estrutura é moderada a fraca, média a pequena, blocos subangulares, sendo que se desfaz em forte muito pequena

granular. De consistência friável, plástica e ligeiramente pegajosa. Muitos poros, pequenos e muito pequenos. Raízes comuns a poucas. Corresponde ao B latossólico vermelho escuro.

- Volume 3/2: ocorre sob o volume 2, na base do terço superior das topopedossequências 1 e 2, com espessura aproximada de 100 cm. A coloração é bruna forte a vermelha em úmido e em seco. Textura muito argilosa, estrutura moderada a fraca, média, blocos subangulares, enquanto a consistência é friável plástica e ligeiramente pegajosa. Muitos poros, pequenos a médios. Raízes entre comuns e poucas. Corresponde ao B latossólico vermelho amarelo.
- Volumes 4/1 e 4/2: ocorrem sob o volume 2 tipicamente nas partes médias das vertentes. A subdivisão baseia-se na coloração, sendo vermelha escura a vermelha (úmido) e vermelha (seco), para o tipo 4/1, e, bruna a vermelha amarela (úmido) e bruna forte a vermelha amarela (seco) para o 4/2. Ambos correspondem ao horizonte B textural. A espessura varia entre 22 e 70 cm. Predominam as classes texturais argila e muito argilosa, porém na topopedossequência 5 é argila arenosa. A estrutura varia entre moderada a forte, média a grande, blocos subangulares e angulares. Apresenta cerosidade entre pouca a fraca e comum, enquanto a consistência varia entre firme e friável, plástica e ligeiramente pegajosa. Poros comuns, pequenos a médios. Raízes entre comuns e poucas.
- Volume 5: ocorre sob o volume 2 em diversas posições das vertentes. Seu grau de desenvolvimento é variável, porém sempre escasso, correspondendo ao horizonte B cámbico. A coloração varia de bruna a vermelha amarelada em úmido, até

amarela avermelhada em seco. A espessura varia entre 20 e 90 cm, sendo a classe textural argila. Sua estrutura predominante é moderada a fraca, média, blocos subangulares, enquanto que a consistência varia entre friável a firme, plástica e ligeiramente pegajosa. Em partes foi observada a presença de cascalhos. Poros comuns a muitos, médios a pequenos. Em geral explorado por poucas raízes.

- Volume 6: ocorre sob os volumes 4/1 e 4/2, com espessura variando entre 20 a mais de 70 cm. Também foi observado sob o volume 3/1, porém só no espigão da topopedossequência 6, e no terço inferior da topopedossequência 4. As cores em úmido variam entre vermelha escura, vermelha e vermelha amarelada, enquanto que em seco entre vermelha e amarela avermelhada. Predominam a classe textural argila, a estrutura moderada, grande a média, blocos subangulares; e a consistência friável a firme, plástica e ligeiramente pegajosa. Quando ocorre sob o volume 4/2 é frequente a presença de cerosidade fraca e pouca. Poucos poros. Em geral com cascalhos e poucas raízes. Corresponde ao horizonte BC.
- Volume 7: ocorre sob os volumes 3/2, 5 e 6. Também sob o volume 2 no sopé topopedossequência 5. Nas áreas do volume 3/1 foi alcançado com trado só no espigão da topopedossequência 6. Corresponde à camada C. Em geral com escassas evidências de evolução pedogenética. Em úmido a coloração varia entre bruna forte a vermelha, enquanto que em seco de vermelha amarelada até rosada. A textura predominante é argila e a consistência plástica e pegajosa. É característica a presença de cascalhos e calhaus, com médio a avançado grau de alteração, os quais, as vezes, ocupam todo o volume. É excepcional a presença de raízes.

- Volume 8: ocorre sob o volume 3/1 no espigão da topopedossequência 4, com 30 cm de espessura. Trata-se de uma camada de calhaus medianamente intemperizados cuja cor predominante é vermelha amarelada.
- Volume 9: com características influenciadas pela água, ocorre nas partes baixas de algumas sequências topográficas. Estes volumes não foram amostrados nem descriptos.

A análise da Figura 6, e da anterior descrição dos diferentes volumes edáficos, oferecem subsídios que possibilitam uma visão integradora das coberturas pedológicas da bacia. Não sendo objetivo específico deste trabalho aprofundar esta discussão, porém, considera-se interessante ressaltar que a Figura 6 permite uma visão clara da variabilidade observada em algumas características, tais como, tipo, espessura e arranjo dos horizontes e a localização das áreas de transição lateral, variáveis que, além do mais, já foram referidas como de importância em levantamentos de qualidade de sítio. No item 4.3.2 complementa-se a discussão sobre a Figura 6.

4.1.2 Cartas de curvas de isodiferenciação.

Tal como especificado no item 3.3.1.2 foram elaboradas cartas temáticas de curvas de isodiferenciação para características que se apresentaram como diagnósticas do crescimento. Resultaram selecionadas as seguintes variáveis:

- Espessura do horizonte A,
- Somatório das espessuras do A mais o horizonte de transição correspondente, ou seja $A+T$, e
- Espessura do solum.

As duas primeiras, além de ser identificáveis de forma rápida e relativamente simples no campo, mostraram correlação

significante com o crescimento em altura (ver item 4.3.1.1).

Embora a espessura do solum não tenha sido significativa na análise estatística, apresenta-se como uma variável de interesse devido a que, de acordo com observações de campo, fornece elementos de análise importantes para interpretar o crescimento, especialmente para solos rasos ou muito profundos (caso das parcelas 11, 21 e 53), como discutido no item 4.3.2.

Os limites de classe de espessura para os horizontes A e A+T foram estabelecidos após o cálculo dos intervalos de confiança das respectivas médias (Tabela 3), correspondentes as parcelas classificadas nas classes de sítio I e II (ver item 4.2.2)

TABELA 3. INTERVALOS DE CONFIANÇA DE ESPESSURAS DE HORIZONTES POR CLASSES DE SÍTIO

Horizonte										
A				!	A+T					
Classe de sitio				!	Classe de sitio					
I		!	II		!	I		!	II	
Par- cela	Esp. (cm)	!	Par- cela	Esp. (cm)	!	Par- cela	Esp. (cm)	!	Par- cela	Esp. (cm)
22	31		11	12		22	57		11	35
23	34		12	20		23	67		12	38
32	36		21	16		32	63		21	38
51	39		31	37		51	58		31	61
52	38		71	15		52	64		71	54
61	17		72	20		61	54		72	33
62	25		73	18		62	46		73	37
Media	31,4			19,7			58,4			42,3
IC (1)	+/-7,3			+/-7,5			+/-6,6			+/-9,9

(1) Intervalo de confiança (P = 95%).

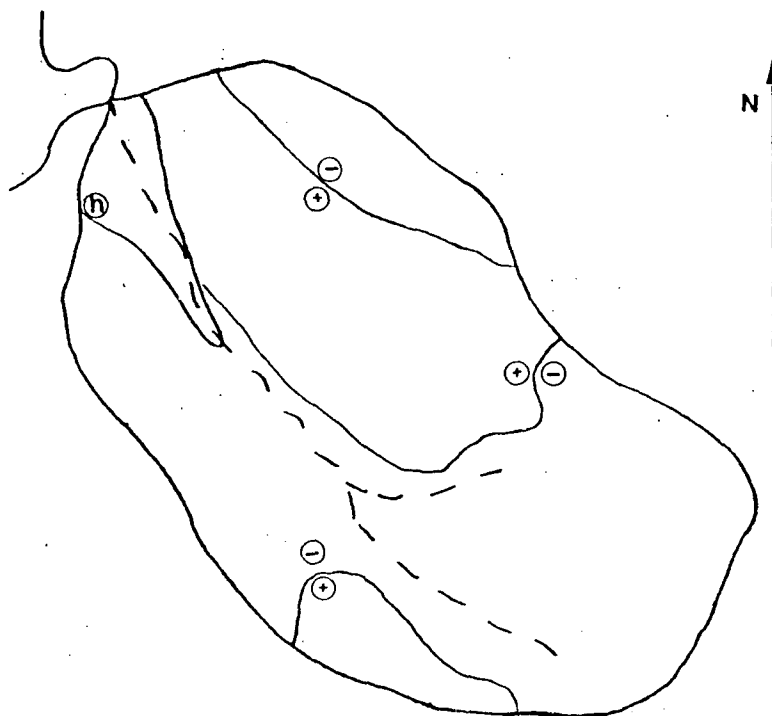
Observa-se que sendo os intervalos de confiança, para as médias do horizonte A, 12,2-27,2 cm e 24,1-38,7 cm, para as classes II e I, respectivamente, existe uma superposição entre 24,1 e 27,2 cm. A partir desta superposição decidiu-se

considerar a 25 cm como limite de espessura do horizonte A. De maneira análoga determinou-se em 50 cm o limite para o A+T.

No caso da espessura do solum foram consideradas três faixas: menor de 100 cm, entre 100 e 300 cm, e maior de 300 cm. A espessura corresponde à medida nas trincheiras quando elas atingiram o topo do C ou alguma camada limitante -caso da parcela 41-, ou com a adição das observações da tradagem (ver Apêndice).

As cartas de curvas de isodiferenciação apresentam-se nas Figuras 7, 8 e 9, sendo que, em conjunto com a de classes de

FIGURA 7. CARTA DE CURVAS DE ISODIFERENCIAÇÃO: HORIZONTE A.

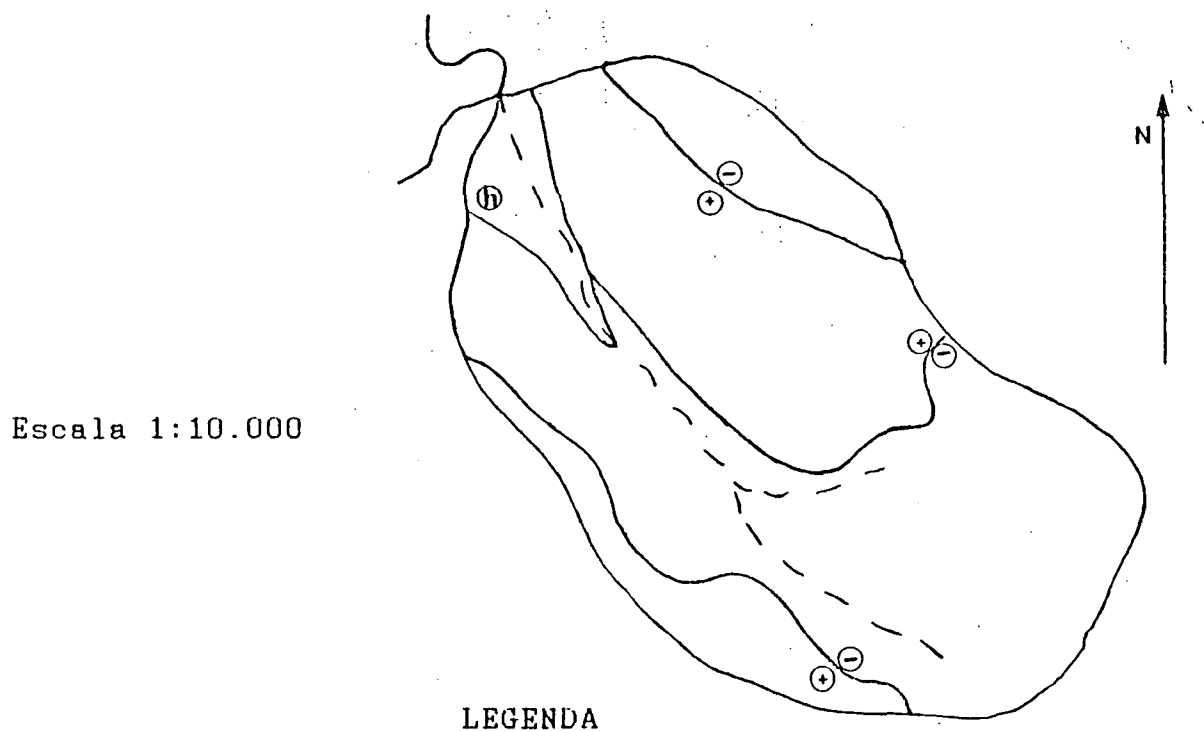


Escala 1:10.000

LEGENDA

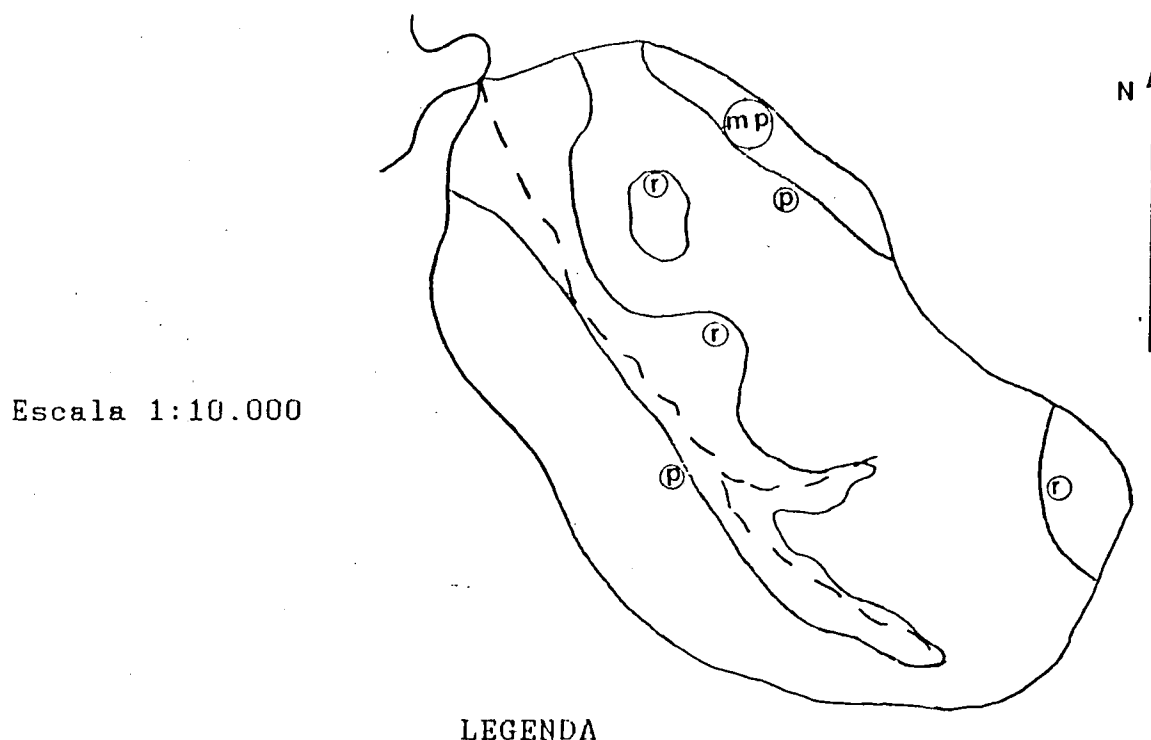
-
- (-) Espessura do horizonte A menor de 25 cm.
 - (+) Espessura do horizonte A maior de 25 cm.
 - (h) Começo de condições de hidromorfia.
-

FIGURA 8. CARTA DE CURVAS DE ISODIFERENCIAÇÃO: HORIZONTE A+T.



-
- (-) Espessura do horizonte A+T menor de 50 cm.
 - (+) Espessura do horizonte A+T maior de 50 cm.
 - (h) Começo de condições de hidromorfia.
-

FIGURA 9. CARTA DE CURVAS DE ISODIFERENCIAÇÃO: SOLUM.



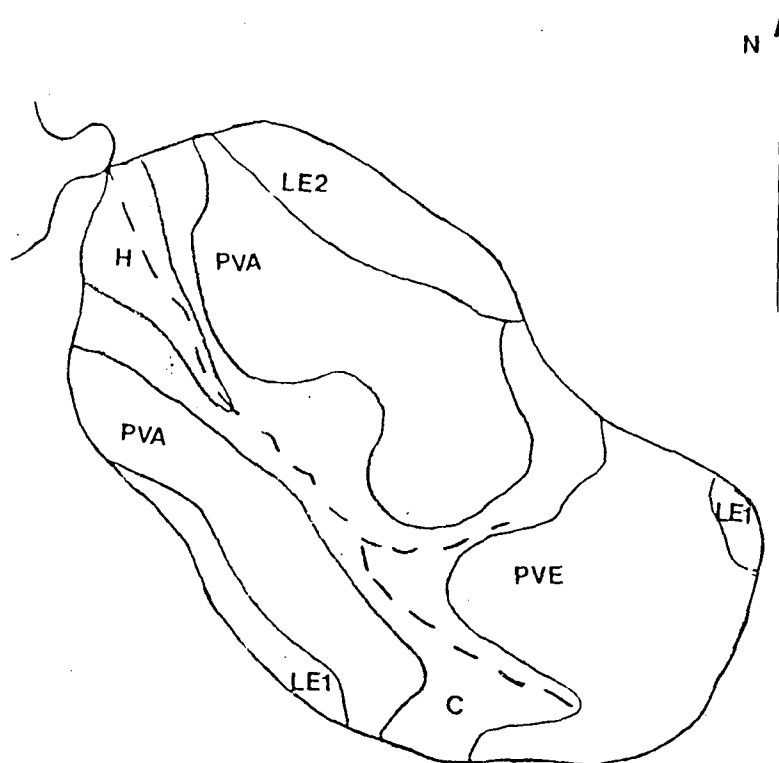
-
- (r) Espessura do solum menor de 100 cm.
 - (p) Espessura do solum entre 100 e 300 cm.
 - (mp) Espessura do solum maior de 300 cm.
-

sítio, foram utilizadas na análise cartográfica (item 4.3.2).

4.1.3 Carta de solos.

Na Figura 10 apresenta-se a Carta de solos da bacia, elaborada segundo considerações do item 3.3.1.2.

FIGURA 10. CARTA DE SOLOS. LEVANTAMENTO SEMIDETALHADO.



Escala 1 : 10.000

LEGENDA

LE1	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A proeminente relevo plano.
LE2	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A moderado relevo suave ondulado.
PVA	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb A proeminente relevo suave ondulado/ondulado.
PVE	PODZÓLICO VERMELHO ESCURO ÁLICO Tb A moderado relevo suave ondulado/ondulado.
C	CAMBISSOLO ÁLICO Tb A proeminente relevo suave ondulado/ondulado.
H	SOLOS HIDROMORFICOS INDISCRIMINADOS.

Os perfis (P) representativos das unidades de mapeamento, e das variações e inclusões observadas, são apresentados a seguir:

- Unidade LE1:

Perfil representativo: 61

Variações: --

Inclusões: Latossolo Vermelho Escuro Álico pouco profundo (P: 41)

- Unidade LE2:

Perfil representativo: 11

Variações: solos com A proeminente (P: 21)

Inclusões: Latossolo Vermelho Amarelo Álico podzólico pouco profundo (P: 12)

- Unidade PVA:

Perfis representativos: 23, 32, 52, 62 e 71

Variações: --

Inclusões: Cambissolo Álico (P: 22)

Podzólico Vermelho Escuro Álico latossólico (P: 72)

- Unidade PVE:

Perfil representativo: 43

Variações: --

Inclusões: Podzólico Vermelho Escuro Distrófico raso (P: 42)

Latossolo Vermelho Escuro Álico podzólico (P: 44)

- Unidade C:

Perfis representativos: 31 e 73

Variações: solos com B1 menos desenvolvido (P: 13 e 51)

Inclusões: Regossolo Álico (P: 53)

Hidromórficos

- Unidade H:

Não foram descritos.

A carta de solos, em conjunto com a de classes de sítio, foram utilizadas na análise cartográfica (item 4.3.2).

4.2 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM ALTURA.

4.2.1 Caracterização do crescimento.

Na Tabela 4 apresentam-se as alturas dominantes -índice de sítio- calculadas segundo especificações do item 3.2.1.2.

TABELA 4. ALTURAS DOMINANTES.

Parcela	Número de árvores (1)	Altura dominante Média +/- IC (2)
11	19	19,2 1,0
12	17	20,1 1,4
21	18	19,6 1,1
22	21	21,0 1,2
23	24	21,1 1,4
31	19	20,0 0,9
32	14	21,2 0,8
44	18	18,5 0,9
51	19	21,2 1,2
52	23	21,3 1,4
53	12	15,8 1,4
61	25	21,5 1,3
62	22	21,2 0,9
71	19	20,5 1,1
72	20	20,8 1,4
73	17	20,1 1,3

(1) Correspondem aos 600 m² de cada parcela.

(2) Intervalo de confiança (P = 95%)

Para situar estes índices de crescimento dentro do marco geográfico regional foram utilizadas as curvas de índice de sítio construídas por DE HOOGH et alii²⁰, cuja idade chave é 25 anos.

A indicação das alturas nestas curvas indicou que as mesmas resultaram compreendidas entre as curvas de 16 e 20 metros, exceto a parcela 53 que ficou no limite da curva de 14 metros. Considerando que a melhor classe de sítio -compreendida entre as

curvas de maior índice- é a classe I, o crescimento em altura atingido nas parcelas amostrais situa-se nas classes IV e V, enquanto que a parcela 53 localiza-se na VII. Levando em conta que o gráfico delimita dez classes, pode-se verificar que, em relação a estes padrões de crescimentos obtidos com dados de toda a área de distribuição natural da Araucaria, as alturas observadas situam-se na faixa de crescimento médio.

Adicionalmente, e segundo os critérios propostos por DE HOOGH¹⁶, os crescimentos observados podem ser classificados como bons.

Destaca-se a pequena variabilidade das alturas dominantes entre as parcelas amostradas, em relação a variabilidade observada por DE HOOGH et alii²⁰ no seu estudo de crescimento a nível regional.

A partir dos 560 pares altura-idade, obtidos da análise de tronco, de acordo com o especificado no item 3.2.2.2, foi reconstituído o crescimento em altura das 16 árvores derrubadas, o que é mostrado graficamente na Figura 11.

Observa-se um padrão de crescimento em altura inicial rápido, aproximadamente até os 15-20 anos, e lento nas idades mais avançadas. Este padrão resulta relativamente homogêneo para o conjunto das árvores.

4.2.2 Classes de sitio. Aproximação cartográfica.

Com os dados da análise de tronco foram construídas as curvas anamórficas de índice de sitio apresentadas na Figura 12, de acordo com os procedimentos referidos no item 3.3.2.1.

Os coeficientes do modelo de regressão que deu origem a curva guia, e seus índices de ajuste resultaram em:

FIGURA 11. CURVAS DE CRESCIMENTO.

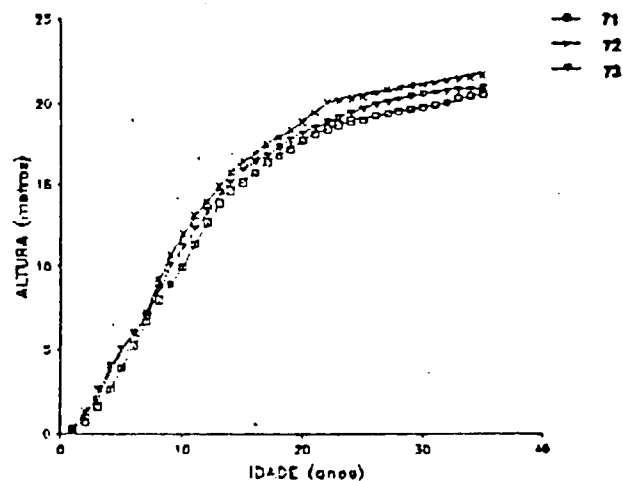
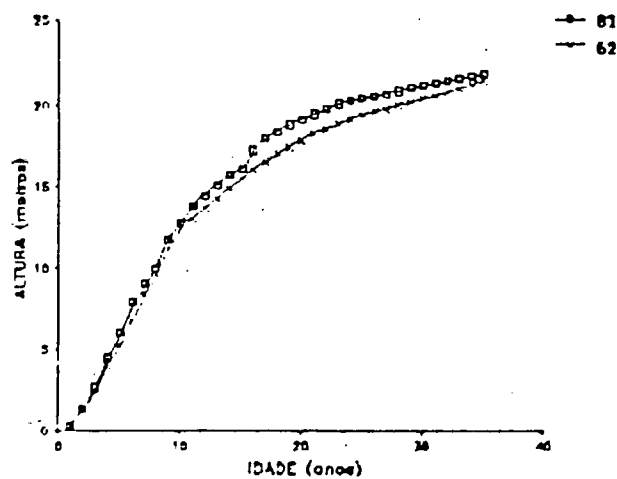
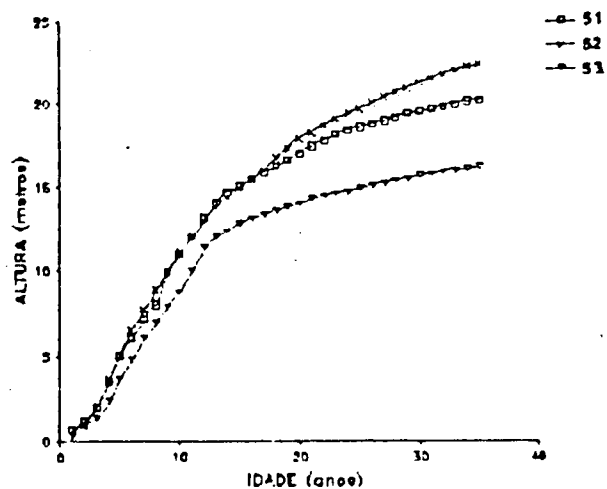
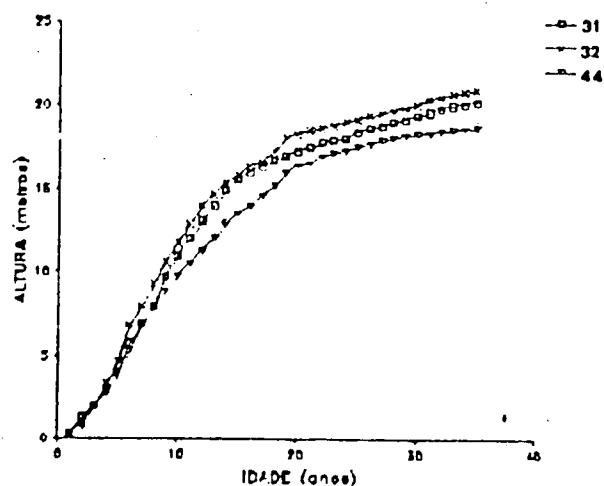
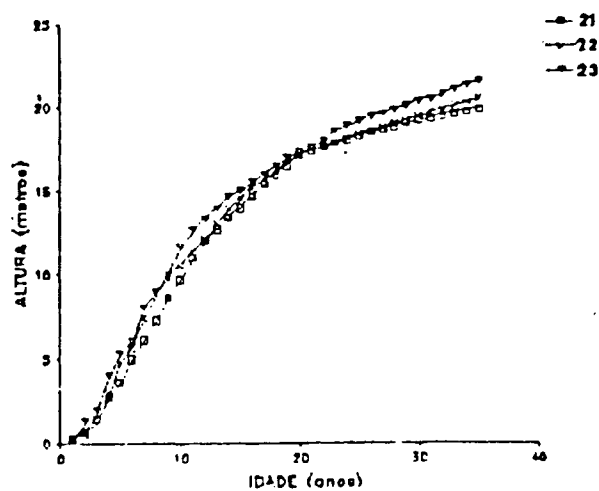
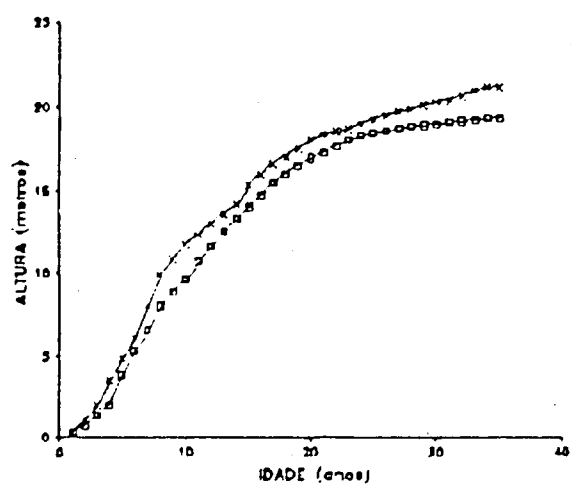
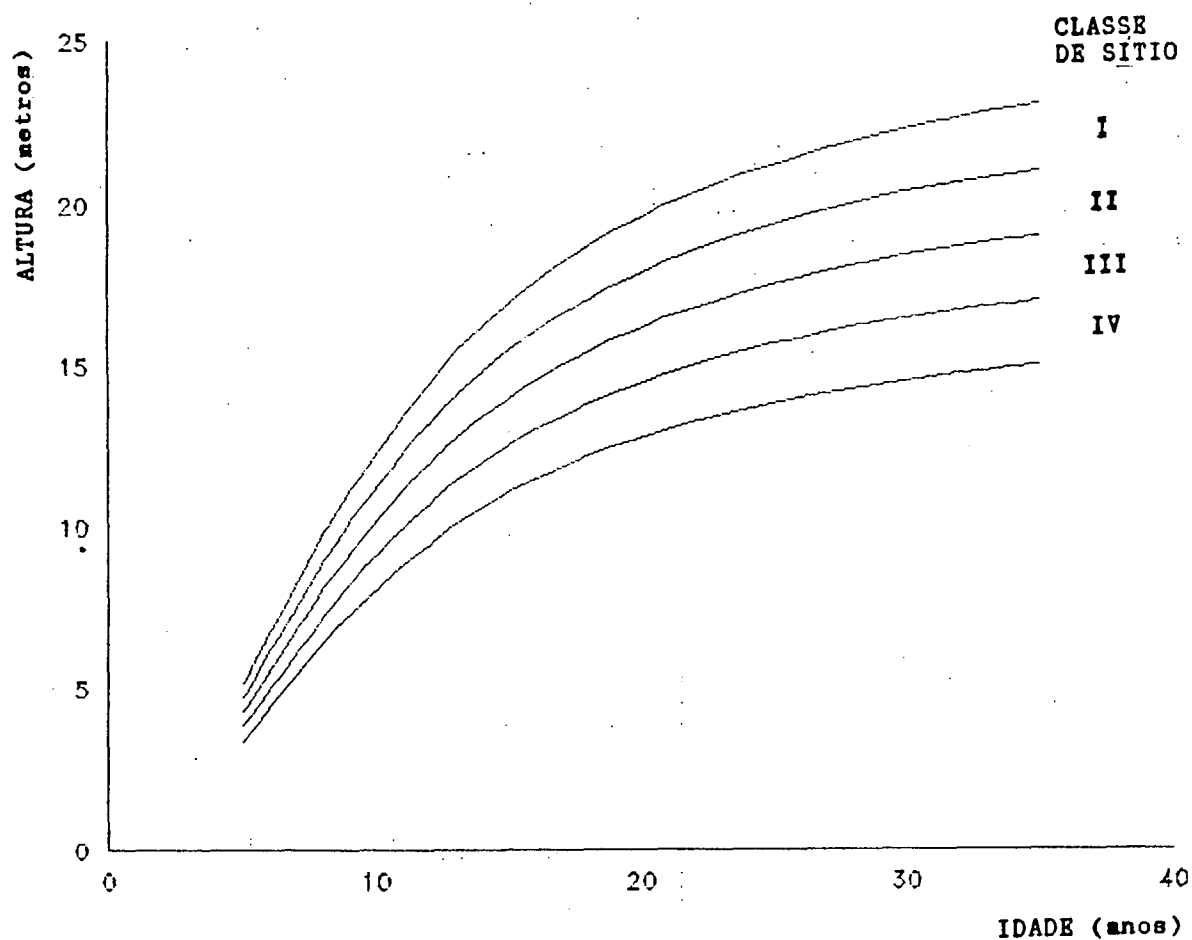


FIGURA 12. CURVAS DE ÍNDICE DE SÍTIO.



Coeficientes	Valor t	Valores de "t" tabelados
b0 = 3,879386	12,375	t (557, 0,01) = 2.58
b1 = 0,09825631 *	2,447	t (557, 0,05) = 1,96
b2 = 0,04334801 **	40,066	

R2 = 0.98

Sxy = 2,33

Resultando então a seguinte equação de regressão:

$$H_i = I_i^2 / (3,879386 + 0,09825631 \times I_i + 0,04334801 \times I_i^2)$$

sendo:

Hi = altura da curva guia estimada para a i-ésima idade,

Ii = i-ésima idade,

i = 1, 2, . . . , 35 anos.

O bom ajuste do modelo constatou-se nos índices expostos e também na análise visual dos resíduos.

A idade chave escolhida foi 35 anos, resultando em 16,2 e 22,3 metros as alturas extremas observadas nesta idade; por isto considerou-se adequado traçar cinco curvas com intervalo de dois metros entre elas.

Os fatores de proporcionalidade utilizados para o traçado das curvas foram:

Curva índice de 23 m = 0,73983

Curva índice de 21 m = 0,83847

Curva índice de 19 m = 0,9371

Curva índice de 17 m = 1,03576

Curva índice de 15 m = 1,1344

A tabela 5 mostra a relação entre os valores de índice de sítio correspondentes às curvas limites de classe e as classes de sítio, na idade chave, assim como a classificação do crescimento atingido nas parcelas amostradas.

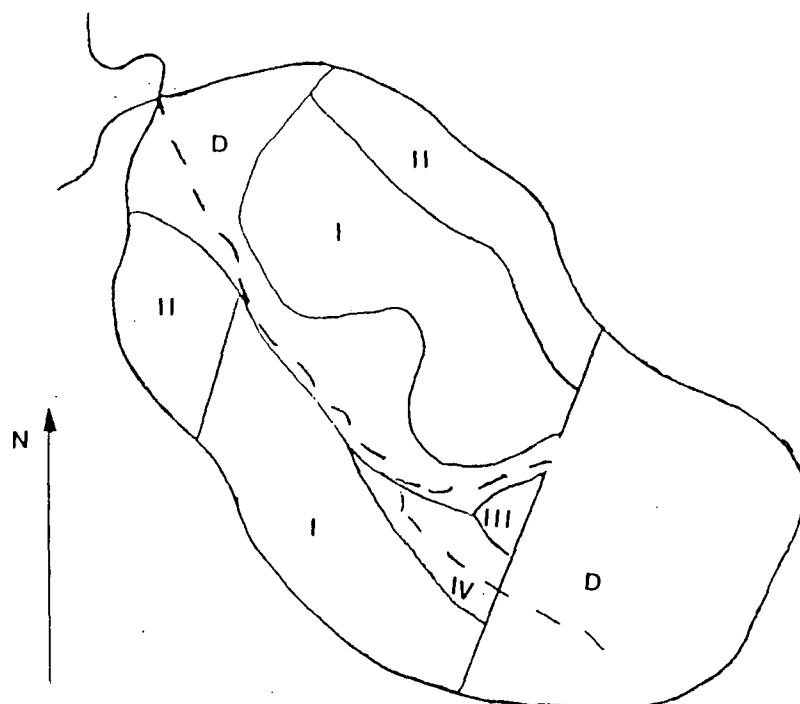
TABELA 5. CLASSIFICAÇÃO DAS PARCELAS EM CLASSES DE SÍTIO.

Índice de sítio Limites de classes (metros)	Classe de sítio	Parcelas incluídas
22,9 - 21,0	I	22, 23, 32, 51, 52, 61 e 62
20,9 - 19,0	II	11, 12, 21, 31, 71, 72 e 73
18,9 - 17,0	III	44
16,9 - 15,0	IV	53

Novamente é possível observar a escassa variabilidade do crescimento em altura entre as parcelas amostradas.

Por último, na Figura 13, apresenta-se a carta de classes de sítio, elaborada segundo especificações do item 3.3.2.2.

FIGURA 13. CARTA DE CLASSES DE SÍTIO.



Escala: 1:10.000

LEGENDA

I	Classe de sítio I
II	Classe de sítio II
III	Classe de sítio III
IV	Classe de sítio IV
D	Se desconhece a CS

4.3 RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS DO SOLO E O CRESCIMENTO EM ALTURA

4.3.1 Análise estatística.

4.3.1.1 Seleção preliminar das variáveis.

Neste ponto apresenta-se uma análise do comportamento das variáveis edáficas em relação ao crescimento em altura, através das correlações e regressões simples calculadas a esse efeito, visando a seleção das variáveis a entrar na regressão múltipla. Quando possível adicionou-se uma interpretação conceitual destas relações com base nas observações de campo e nos antecedentes da literatura.

A partir dos resultados das análises de laboratório (ver Apêndice) foram realizados os cálculos necessários aos efeitos da transformação das variáveis edáficas, tal como especificado no ponto 3.3.3.1.1. Os resultados apresentam-se nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10, nas quais, como referência, foram indicadas as alturas dominantes.

Na seleção preliminar das variáveis foram aplicados os critérios enunciados no item 3.3.3.1.2, consequência do qual calcularam-se as correlações e regressões lineares simples entre a altura dominante e as variáveis do solo relacionadas nas tabe-

TABELA 6. DECLIVIDADE E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

Parcela	Hdom. (m)	Declividade (%)	Horizontes							
			Espessura (cm)				Volume (dm3) (1)			
			A	T	A+T	Solum (3)	A	T	A+T	Solum (3)
				(2)				(2)		
11	19.2	2.6	12	23	35	190	120	230	350	1900
12	20.1	8.7	20	18	38	145	200	180	380	1450
21	19.6	3.5	16	22	38	190	160	220	380	1900
22	21.0	12.3	31	26	57	82	310	260	570	820
23	21.1	12.3	34	33	67	134	340	330	670	1340
31	20.0	7.0	37	24	61	150	370	240	610	1500
32	21.2	10.5	36	27	63	160	360	270	630	1600
44	18.5	14.0	11	19	30	180	110	190	300	1800
51	21.2	5.2	39	19	58	108	390	190	580	1080
52	21.3	12.3	38	26	64	170	380	260	640	1700
53	15.8	5.2	16	16	32	32	160	160	320	320
61	21.5	2.6	17	37	54	180	170	370	540	1800
62	21.2	17.6	25	21	46	170	250	210	460	1700
71	20.5	3.5	15	39	54	130	150	390	540	1300
72	20.8	7.0	20	13	33	150	200	130	330	1500
73	20.1	15.8	18	19	37	123	180	190	370	1230

- (1) Volume definido pela espessura do/s horizonte/s e uma superfície de 100 dm².
 (2) Somatório dos horizontes de transição entre o A e seu subjacente, seja AB, BA ou AC.
 (3) Somatório dos horizontes A+T+B. Nas parcelas onde o topo da camada C não foi atingido esta variável resultou parcialmente medida.

TABELA 7 : VARIÁVEIS EDÁFICAS CORRESPONDENTES AO HORIZONTE A

Par- cela	Hdom. (m)	Areia	Argila	Silte	pH		C org.	Nt	C org.	Nt
		====>	%	<====	Água	KCl	kg/100dm3		Kg/vol(1)	
11	19,2	31,3	53,3	15,4	4,4	4,1	2,5	0,22	3,0	0,28
12	20,1	24,6	58,8	16,6	4,2	3,9	2,8	0,21	5,6	0,42
21	19,6	29,0	54,6	16,4	4,7	4,3	2,8	0,20	4,4	0,32
22	21,0	30,6	49,3	20,1	4,5	4,2	2,5	0,18	7,9	0,58
23	21,1	32,5	48,6	18,9	4,7	4,2	1,8	0,11	6,2	0,39
31	20,0	40,5	45,9	13,6	4,7	4,2	2,4	0,15	8,7	0,58
32	21,2	40,0	48,6	11,4	4,5	4,1	2,6	0,18	9,2	0,64
44	18,5	22,9	59,0	18,1	5,0	4,5	2,8	0,16	3,1	0,18
51	21,2	47,5	41,4	11,1	4,7	4,2	2,5	0,21	9,6	0,82
52	21,3	48,9	38,7	12,4	4,7	4,1	1,9	0,09	7,4	0,33
53	15,8	14,5	51,9	33,6	4,3	3,8	3,8	0,28	6,1	0,45
61	21,5	32,1	55,8	12,3	4,5	4,1	2,9	0,19	4,9	0,32
62	21,2	39,9	45,6	14,5	4,6	3,9	2,8	0,21	7,2	0,52
71	20,5	43,1	45,3	11,6	4,7	4,2	2,5	0,16	8,4	0,53
72	20,8	33,4	49,6	17,0	4,4	4,0	3,1	0,29	6,1	0,58
73	20,1	24,2	53,7	22,1	4,8	4,2	2,9	0,12	5,2	0,22

Água Retida		Cap. água disponível	Porosidade	Água Retida		Cap. água disponível	Porosidade
1/3	15			1/3	15		
====>	% (dm3/100 dm3)		<=====	====>	dm3/ volume (1)		<=====
32,5	20,3	12,2	60,0	38,9	24,4	14,6	72,0
36,9	24,0	12,9	59,5	73,8	48,0	25,7	118,9
33,7	20,2	13,5	60,5	53,9	32,2	21,6	96,8
33,8	22,1	11,7	58,2	104,9	68,6	36,3	180,3
36,9	23,3	13,6	57,3	125,8	79,2	46,4	194,7
35,1	21,7	13,4	57,3	130,0	80,3	49,7	211,9
34,5	21,8	12,8	58,3	124,3	78,4	45,9	209,9
37,3	21,7	15,5	58,0	41,0	23,8	17,1	64,9
31,2	16,9	14,3	60,5	121,7	66,0	55,7	235,8
28,9	15,2	13,7	60,2	109,8	57,7	52,1	228,6
37,4	21,6	15,8	56,4	59,9	34,8	25,3	90,2
37,2	20,5	16,7	61,0	63,2	34,9	28,3	103,7
35,4	21,3	14,1	61,0	88,6	53,3	35,2	152,4
36,1	24,3	11,8	56,1	122,8	82,7	40,1	190,8
36,3	23,8	12,5	59,2	72,6	47,6	25,0	118,5
38,9	25,6	13,3	57,1	70,0	46,1	23,9	102,8

Al+H	S	CTC	Al	H+Al	S	CTC	Al	Sat. Al.
==>	Equiv./	100 dm3	<==	==>	Equiv./	Vol.(1)	<==	%
12,0	1,3	13,2	3,0	14,4	1,5	15,9	3,6	71
13,9	1,2	15,1	4,1	27,8	2,3	30,1	8,2	78
10,6	1,4	12,0	2,3	17,0	2,3	19,3	3,8	62
14,1	0,9	15,0	6,6	43,7	2,8	46,4	20,5	88
12,7	1,1	13,8	5,9	43,3	3,7	47,0	19,9	84
14,7	1,1	15,8	5,9	54,4	4,2	58,8	21,8	84
14,7	0,8	15,5	5,2	53,0	2,9	55,9	18,6	87
13,3	7,5	20,8	1,0	14,8	8,3	22,8	1,1	11
12,2	1,2	13,4	4,3	47,7	4,7	52,4	16,7	78
11,5	1,8	13,3	4,8	43,6	6,8	50,4	18,1	73
18,3	2,8	21,1	6,1	29,2	4,5	33,7	8,8	69
14,3	0,8	15,1	4,7	24,3	1,3	25,7	8,1	86
15,4	0,7	16,2	6,0	38,6	1,8	40,4	15,1	90
13,4	1,0	14,4	4,7	45,5	3,4	48,9	15,9	83
17,4	2,1	19,5	4,5	34,8	4,2	39,0	8,9	68
14,0	8,6	20,8	1,9	25,2	11,8	37,0	3,4	23

(1) Volume em dm3 definido pela espessura do horizonte A e por uma superfície de 100 dm2.

TABELA 8 : VARIÁVEIS EDÁFICAS CORRESPONDENTES AO HORIZONTE T.

Parcela	Hdom. (m)	Areia	Argila	Silte	pH		Carbono Orgânico	
		====>	%	<=====	Água	KCl	kg/100dm3	Kg/vol(1)
11	19,2	31,9	58,9	11,2	4,8	4,2	1,3	3,0
12	20,1	23,7	60,4	15,9	4,4	4,1	2,2	3,8
21	19,6	31,2	54,4	14,4	4,7	4,3	1,8	3,5
22	21,0	29,0	51,5	19,5	4,8	4,2	1,3	3,3
23	21,1	28,5	58,2	15,3	4,8	4,2	1,2	4,0
31	20,0	35,0	48,9	16,1	4,9	4,3	1,7	4,1
32	21,2	39,2	50,0	10,8	4,5	4,1	1,7	4,7
44	18,5	20,5	60,8	18,9	4,8	4,3	1,8	3,8
51	21,2	42,6	46,1	11,3	4,8	4,3	1,6	3,0
52	21,3	43,0	47,4	9,6	4,7	4,1	1,4	3,6
53	15,8	12,3	55,4	32,3	4,4	3,8	2,3	3,8
61	21,5	29,0	56,6	14,4	4,7	4,2	2,0	7,2
62	21,2	33,5	54,6	11,9	4,7	4,1	2,2	4,6
71	20,5	38,8	50,3	10,9	4,7	4,2	1,4	2,9
72	20,8	29,4	56,5	14,1	4,5	4,1	2,4	3,1
73	20,1	25,4	55,7	18,9	4,6	4,0	2,6	4,9

Água Retida		Cap. água disponível	Porosidade	Água Retida		Cap. água disponível	Porosidade
1/3	15			1/3	15		
====>	% (dm3/100 dm3)		<=====	====>	dm3/ volume (1)		<=====
30,0	18,9	11,1	61,2	69,1	43,5	25,5	140,7
38,5	28,1	12,4	57,8	69,3	47,0	22,3	104,0
30,1	18,0	12,1	59,9	68,2	39,6	26,6	131,8
37,5	25,5	12,0	55,6	97,6	66,3	31,3	144,6
38,0	24,1	13,9	58,4	125,4	79,6	45,9	192,7
38,9	24,2	14,7	54,3	93,4	58,1	35,3	130,4
36,1	24,6	11,6	56,2	97,6	66,3	31,3	151,8
38,9	27,3	9,5	57,6	70,0	51,9	18,1	109,4
33,1	18,6	14,5	59,4	62,9	35,4	27,5	112,8
30,8	17,6	13,2	57,8	80,1	45,7	34,4	149,8
40,8	26,4	14,4	53,2	65,3	42,3	23,0	85,1
36,6	22,7	13,8	60,8	135,2	84,1	51,2	225,1
38,2	21,9	16,4	59,3	80,3	45,9	34,4	124,5
37,5	25,1	12,4	55,7	74,9	50,2	24,7	111,4
37,3	24,1	13,2	58,4	48,5	31,4	17,1	75,9
38,8	25,6	13,2	56,4	73,7	48,7	25,0	107,1

Al+H	S	CTC	Al	H+Al	S	CTC	Al	Sat, Al,
==>	Equiv,/ 100 dm3		<==	==>	Equiv,/ Vol.(1)		<==	%
12,0	1,3	13,2	3,0	14,4	1,5	15,9	3,6	71
13,9	1,2	15,1	4,1	27,8	2,3	30,1	8,2	78
10,6	1,4	12,0	2,3	17,0	2,3	19,3	3,	62
14,1	0,9	15,0	6,6	43,7	2,8	46,4	20,5	88
12,7	1,1	13,8	5,3	43,3	3,7	47,0	19,9	84
14,7	1,1	15,8	5,9	54,4	4,2	58,6	21,6	84
14,7	0,8	15,5	5,2	53,0	2,9	55,9	18,6	87
13,3	7,5	20,8	1,0	14,6	8,3	22,9	1,1	11
12,2	1,2	13,4	4,3	47,7	4,7	52,4	16,7	78
11,5	1,8	13,3	4,8	43,6	6,8	50,4	18,1	73
18,3	2,8	21,1	6,1	29,2	4,5	33,7	9,8	69
14,3	0,8	15,1	4,7	24,3	1,3	25,7	8,1	86
15,4	0,7	16,2	6,0	38,6	1,8	40,4	15,1	90
13,4	1,0	14,4	4,7	45,5	3,4	48,9	15,9	83
17,4	2,1	19,5	4,5	34,8	4,2	39,0	8,9	68
14,0	6,6	20,6	1,9	25,2	11,8	37,0	3,4	23

(1) Volume em dm3 definido pelo somatório das espessuras dos horizontes transicionais entre A e seu subjacente (B ou C), e por uma superfície de 100 dm2.

TABELA 9 : VARIÁVEIS EDAFICAS CORRESPONDENTES AO A+T.

Parcela	Hdom. (m)	Areia	Argila	Silte	pH		Carbono Orgânico	
		====>	%	<=====	Água	KCl	kg/100dm3	Kg/vol(1)
11	19,2	31,6	55,7	12,7	4,5	4,2	1,7	6,0
12	20,1	24,2	59,6	16,2	4,3	4,0	2,5	9,5
21	19,6	30,2	54,5	15,3	4,7	4,3	2,1	7,9
22	21,0	29,9	50,4	19,7	4,6	4,2	2,0	11,2
23	21,1	30,5	52,4	17,1	4,7	4,2	1,5	10,1
31	20,0	38,7	47,2	14,1	4,7	4,2	2,1	12,8
32	21,2	39,7	49,1	11,2	4,4	4,1	2,2	13,9
44	18,5	21,4	60,0	18,6	4,9	4,4	2,2	6,7
51	21,2	46,0	42,9	11,1	4,8	4,2	2,2	12,6
52	21,3	46,5	42,3	11,2	4,7	4,1	1,7	10,9
53	15,8	13,4	53,7	32,9	4,4	3,8	3,1	9,8
61	21,5	29,9	56,3	13,8	4,6	4,1	2,2	12,1
62	21,2	36,9	49,7	13,4	4,6	4,1	2,8	11,8
71	20,5	41,6	47,1	11,3	4,7	4,2	2,1	11,3
72	20,8	31,8	52,3	15,9	4,5	4,0	2,8	9,3
73	20,1	24,8	54,7	20,5	4,7	4,1	2,7	10,1

Água Retida		Cap, água disponível	Porosidade	Água Retida		Cap, água disponível	Porosidade
1/3	15			1/3	15		
====>	% (dm3/100 dm3)		<=====	====>	dm3/ volume (1)		<=====
30,9	19,4	11,5	60,8	108,0	67,9	40,1	212,7
37,6	25,0	12,6	58,6	143,0	95,0	48,0	222,9
31,6	18,9	12,7	60,2	120,1	71,8	48,2	228,6
35,5	23,7	11,9	57,0	202,4	134,9	67,6	324,8
37,5	23,7	13,8	57,8	251,0	158,8	92,2	387,4
36,8	22,7	13,9	56,1	223,4	138,4	85,0	342,3
35,2	23,0	12,3	57,4	221,9	144,7	77,2	361,8
37,0	25,3	11,7	58,1	111,0	75,8	35,2	174,3
31,8	17,5	14,3	60,1	184,6	101,4	83,2	348,7
29,7	16,2	13,5	59,3	189,8	103,4	86,5	378,4
39,1	24,0	15,1	54,8	125,2	76,8	48,3	175,2
36,8	22,0	14,7	60,9	198,5	119,0	79,5	328,7
36,7	21,6	15,1	60,2	168,8	99,3	69,6	276,9
36,6	24,6	12,0	55,9	197,7	132,9	64,8	302,0
36,7	23,9	12,8	58,9	121,1	79,0	42,1	194,4
38,9	25,6	13,2	56,7	143,7	94,8	49,0	209,9

Al+H	S	CTC	Al	H+Al	S	CTC	Al	Sat, Al,
==>	Equiv./	100 dm3	<==	==>	Equiv./	Vol, (1)	<==	%
10,1	1,1	11,1	2,8	35,3	3,7	39,0	9,9	73
12,7	0,9	13,7	4,0	48,4	3,5	51,9	15,3	81
10,1	1,4	11,5	2,5	38,5	5,3	43,7	9,5	84
13,3	0,8	14,1	6,4	75,7	4,6	80,2	36,3	89
11,7	0,9	12,6	5,8	78,5	6,0	84,6	39,0	87
13,9	1,0	14,9	5,8	84,6	6,1	90,7	35,6	85
13,2	0,7	13,9	5,2	83,1	4,5	87,6	33,0	88
11,2	3,4	14,6	2,3	33,5	10,2	43,7	7,0	41
11,6	1,1	12,6	4,3	67,0	6,1	73,1	24,9	80
11,3	1,4	12,7	5,0	72,3	8,8	81,2	31,7	76
18,6	2,6	21,4	6,9	59,5	8,8	68,4	22,1	71
12,2	0,7	12,9	4,4	65,9	3,5	69,4	24,0	87
14,5	0,8	15,2	5,9	66,6	3,5	70,1	27,1	89
12,2	0,9	13,1	4,6	65,9	4,9	70,7	24,7	84
15,7	1,6	17,2	4,5	51,6	5,3	58,9	14,7	74
13,7	4,7	18,4	3,2	50,6	17,3	67,9	11,8	41

(1) Volume em dm3 definido pelo somatório das espessuras do horizonte A e os transicionais subjacentes -T-, e por uma superfície de 100 dm2.

TABELA 10 : VARIÁVEIS EDAFICAS CORRESPONDENTES AO SOLUM

Parcela	Hdom. (m)	Areia	Argila	Silte	pH		Carbono Orgânico	
		====>	%	<====	Água	KCl	kg/100dm3	Kg/vol(1)
11	19,2	31,1	57,9	11,0	4,9	4,3	0,9	17,6
12	20,1	24,0	61,5	14,5	4,5	4,1	1,4	20,7
21	19,6	29,9	58,1	12,0	4,9	4,7	1,1	20,2
22	21,0	29,6	49,1	21,3	4,7	4,2	1,6	13,4
23	21,1	29,3	52,1	18,6	4,8	4,2	1,0	13,8
31	20,0	39,2	43,9	16,9	4,9	4,3	1,4	21,4
32	21,2	38,5	48,6	12,9	4,9	4,2	1,4	21,8
44	18,5	20,6	62,1	17,3	5,1	4,5	1,1	18,9
51	21,2	44,8	42,6	12,6	4,9	4,3	1,5	16,3
52	21,3	46,6	42,3	11,1	4,8	4,1	1,1	18,4
53	15,8	13,4	53,7	32,9	4,4	3,8	3,1	9,8
61	21,5	26,8	60,4	12,8	4,9	4,3	1,2	22,3
62	21,2	33,6	50,5	15,9	4,7	4,2	1,3	21,8
71	20,5	40,8	48,8	10,3	4,7	4,2	1,5	19,5
72	20,8	28,5	59,6	11,9	4,7	4,1	1,1	16,8
73	20,1	24,1	56,2	19,7	4,7	4,0	1,7	21,0

Água Retida Cap. água Poro-				Água Retida Cap. água Poro-			
1/3 15 disponível sidade				1/3 15 disponível sidade			
====>	% (dm3/100 dm3)	<====		====>	dm3/ volume (1)	<====	
31,5	20,2	11,4	59,2	599,1	383,5	215,7	1124,1
37,3	25,4	12,0	57,2	541,3	368,1	173,2	829,0
30,7	19,5	11,2	60,2	582,8	369,7	213,1	1143,8
36,2	24,2	12,0	57,2	296,6	198,3	98,4	469,2
38,3	25,8	12,5	56,4	513,2	346,0	167,2	756,2
39,6	24,5	15,1	55,5	593,8	366,9	226,9	832,0
35,9	23,0	12,8	56,8	573,9	368,5	205,4	908,6
38,6	25,4	13,2	56,9	693,9	456,6	237,3	1023,4
32,7	18,0	14,7	59,5	352,8	193,8	159,0	642,8
30,5	17,2	13,3	58,6	518,1	291,9	226,1	895,5
39,1	24,0	15,1	54,8	125,2	76,8	48,3	175,2
36,8	23,2	13,4	59,2	659,3	418,0	241,3	1066,3
38,0	22,7	15,4	57,9	646,2	385,1	261,1	985,0
38,1	24,6	13,5	55,6	495,4	319,8	175,6	722,8
39,8	26,8	13,0	57,5	596,9	401,6	195,3	862,0
40,3	26,8	13,5	56,1	495,7	329,6	166,1	690,3

Al+H	S	CTC	Al	H+Al	S	CTC	Al	Sat. Al.
==>	Equiv./ 100 dm3	<==		==>	Equiv./ Vol.(1)	<==		%
7,0	0,7	7,7	1,7	132,9	12,8	145,7	31,5	71
9,7	0,7	10,3	2,9	140,0	9,6	149,7	41,4	81
6,5	0,8	7,3	1,3	123,5	14,5	138,0	24,5	63
12,8	0,7	13,5	6,1	104,8	6,0	110,8	50,3	89
10,8	0,8	11,4	5,5	142,1	11,2	153,3	73,9	87
12,7	0,9	13,6	5,4	190,2	13,4	203,6	80,8	86
10,0	0,8	10,8	4,2	159,5	9,5	169,0	68,8	88
9,0	1,1	10,0	2,2	161,2	18,3	180,5	38,8	67
10,7	0,9	11,5	4,0	115,2	9,3	124,5	43,4	82
8,7	1,0	9,6	3,9	147,1	16,1	163,2	67,0	81
18,6	2,8	21,4	6,9	59,5	8,9	68,4	22,1	71
8,8	0,6	9,4	3,0	157,9	10,8	168,4	54,3	84
10,9	0,8	11,5	5,3	186,0	10,2	198,2	80,6	90
9,5	0,7	10,2	3,5	123,3	9,0	132,4	45,7	84
10,3	0,9	11,1	3,0	153,8	13,2	167,0	44,9	77
12,1	2,1	14,2	4,2	148,8	26,3	175,1	52,1	66

(1) Volume em dm3 definido pela espessura do solum e por uma superfície de 100 dm2.

TABELA 11. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIMPLES ALTURA DOMINANTE-
-VARIÁVEIS DO SOLO.

Características topográficas e morfológicas:

Declividade		(%)	=	0,20					
Volume edáfico (1):	A	(m3)	=	0,56 *	A+T	(m3)	=	0,65 **	
	T	(m3)	=	0,46	Solum	(m3)	=	0,42	

Características físicas, químicas e biológicas:

		Volume edáfico			
		A	T	A+T	Solum
Areia total	(%)	0,73 **	0,73 **	0,73 **	0,68 **
Argila	(%)	-0,42	-0,38	-0,43	-0,32
Silte	(%)	-0,78 **	-0,80 **	-0,79 **	-0,68 **
Ret. água 1/3 (dm3/vol.hor.(1))		0,54 *	0,40	0,59 *	0,42
Ret. água 15	"	0,52 *	0,32	0,53 *	0,37
Cap. água disp.	"	0,53 *	0,48	0,60 *	0,48
Porosidade total	"	0,59 *	0,48	0,69 **	0,41
Poros. de aeração	"	0,58 *	0,46	0,59 *	0,31
Ret. água 1/3 (% - vol./vol.)		-0,32	-0,22	-0,28	-0,19
Ret. água 15	"	-0,14	-0,32	-0,27	-0,16
Cap. água disp.	"	-0,32	0,19	-0,03	-0,12
Porosidade total	"	0,39	0,42	0,45	0,41
Poros. de aeração	"	0,40	0,33	0,39	0,27
pH água		0,15	0,31	0,17	0,31
pH KCl		0,15	0,44	0,28	0,21
Al+H extraíveis (Eq./vol.hor.(1))		0,47	0,18	0,46	0,54 *
Soma de bases	"	-0,18	-0,52 *	-0,31	-0,12
Total de cátions	"	0,44	0,09	0,40	0,49
Al trocável	"	0,46	0,30	0,43	0,61 *
Al+H extraíveis (Eq./100 dm3)		-0,34	-0,55 *	-0,42	-0,50 *
Soma de bases	"	-0,43	-0,67 **	-0,53 *	-0,73 **
Total de cátions	"	-0,53 *	-0,62 *	-0,56 *	-0,57 *
Al trocável	"	0,20	-0,15	0,02	-0,11
Satur. com alumínio (%)		0,42	0,56 *	0,47	0,62 *
Carb. orgânico (Kg/vol.hor.(1))		0,42	0,25	0,51 *	0,49
Nitrogênio total	"	0,33	-	-	-
Carb. orgânico (Kg/100 dm3)		-0,65 **	-0,27	-0,43	-0,64 **
Nitrogênio total	"	-0,40	-	-	-

(1) Volume em dm3 definido pela espessura do/s horizonte/s e uma superfície de 100 dm2.

* - ** Significantes ao 5% e ao 1% de probabilidade, respectivamente.

las acima citadas. Na Tabela 11 constam os coeficientes de correlação, com a correspondente significância do teste "F" ao nível de 95 e 99% de probabilidade, resultando um F tabelado (1, 14) de 4,60 e 8,86, respectivamente.

Observa-se que em termos gerais a maioria das variáveis mostram correlações com a mesma tendência -sinal- nos distintos horizontes, especialmente quando os valores se distanciam do zero.

Comparando as correlações (Tabela 11) entre a altura e uma mesma característica edáfica, porém expressa de maneira diferente -em relação a uma aliquota (100dm³) ou ao volume por m² de área, ambos correspondentes ao mesmo horizonte- observa-se um comportamento distinto segundo se trate de variáveis físicas ou químicas. Enquanto as primeiras mostram correlações significantes, exclusivamente quando expressas em relação ao volume por m² de área, as químicas o fazem em maior proporção em relação a aliquota.

Além disto existem situações onde muda o sentido da relação, sendo notáveis os casos do carbono orgânico, Al+H, CTC e capacidade de água disponível, as quais resultaram positivamente correlacionados (algumas significantes) quando expressas em relação ao volume por m² de área, enquanto que negativamente quando expressas em relação a aliquota.

Este comportamento sugere a necessidade de tomar uma decisão a respeito. Neste sentido entende-se como mais adequada a expressão como quantidades contidas no volume por m² de área do horizonte correspondente devido a representar, desde o ponto de vista espacial, uma melhor aproximação às condições de exploração radicular.

De fato, um dado expresso em relação a uma aliquota somente indica que quantidade dessa variável encontra-se em um volume

referencial, constante para todas as observações, -neste caso 100 dm³ do horizonte em questão-.

Por outro lado a espessura dos horizontes é uma característica natural distintiva dos solos. Em consequência, ao referir as diferentes variáveis ao volume correspondente a cada horizonte, calculado com base em sua espessura e a uma superfície predeterminada -neste caso 1 m²-, resulta que, como esse volume provavelmente seja diferente para as diferentes parcelas, frente a uma mesma concentração da variável em estudo, a oferta edáfica -nutricional, hídrica, etc.- também será diferente.

Com base nestas considerações decidiu-se continuar a análise com as variáveis expressas como quantidade contida no volume por m² de área do horizonte correspondente.

Entrando numa análise mais detalhada, ao nível de cada variável, observa-se que a declividade, isolada, mostra uma relação muito fraca, sem significância. Não obstante, quando integrada com a posição do sítio na paisagem oferece subsídios para a interpretação da dinâmica da água. Observações semelhantes foram realizadas por DE HOOGH & DIETRICH¹⁷ e SANTOS FILHO & ROCHA⁶⁴.

Os volumes edáficos, para o caso equivalentes às espessuras, mostram correlações positivas, sendo significantes para o volume A e a soma do A mais o de transição correspondente (A+T). Ressalta-se que as correlações com o volume do solum (A+T+B) são somente referenciais devido a que, como foi comentado no item 3.3.3.1.1, em várias parcelas o horizonte B resultou só parcialmente levantado. DE HOOGH & DIETRICH^{17 - 18}, DE HOOGH¹⁶, CASSOL¹² e REISSMANN et alii⁶¹ encontraram relações semelhantes entre o crescimento em altura e a espessura do horizonte A, sendo que os primeiros salientam que esta variável, com seu conteúdo relativamente grande de matéria orgânica e intensa atividade

biológica determina, expressamente, a quantidade de nutrientes disponíveis para a árvore.

A percentagem de areia total resultou forte e positivamente correlacionada, enquanto que a de silte também, porém no sentido contrario. A argila, assim como o silte, mostra correlações negativas, porém sem significância estatística. ZANHER⁷⁰ observou correlações positivas entre a percentagem de silte mais argila e o crescimento, porém, quando superaba o 65% a relação mudava de sinal. A homogeneidade textural dos solos levantados no presente trabalho não possibilita maior aprofundamento neste sentido.

Não obstante, salienta-se que se trata de solos argilosos, nos quais um pequeno aumento da fração areia pode, teoricamente, conduzir a melhoras nas condições estruturais e, consequentemente, em outros atributos relacionados com o crescimento. Assim sendo, as relações das variáveis texturais com a qualidade de sítio seriam, em princípio, indiretas.

Antecedentes de relações entre a composição granulométrica e o crescimento da Araucaria fazem referência a correlações negativas significantes com a % de argila do horizonte B (DE HOOGH & DIETRICH¹⁸), e com a % de silte nos primeiros 20 cm do solo¹² (CASSOL¹²).

A retenção de água a 15 e 0,33 atmosferas, a capacidade de água disponível, a porosidade total e a porosidade de aeração mostram correlações positivas para todos os volumes edáficos, porém só significantes no caso do A e A+T. Já HOPPE³⁶ e DE HOOGH¹⁶ encontraram relações significantes com a porosidade e com a retenção de água correspondentes à camada superficial e a 50-100 cm, respectivamente; entretanto para SCHMIDLIM KEIL⁶⁵ a porosidade de aeração foi o fator mais relevante na determinação da qualidade de sítio. DOLDAN²⁸ salienta que a porosidade total e a

disponibilidade de água influenciam o crescimento do *Pinus taeda*.

O pH em água e em KCl resultou positivamente correlacionado, porém sem significância. No trabalho de DE HOOGH¹⁶ estas variáveis contribuíram significativamente nas suas equações de regressão.

O alumínio mais hidrogênio extraíveis (Al+H), alumínio trocável (Al) e a capacidade de troca de cátions (CTC) mostram correlações positivas, sendo significantes somente para as duas primeiras quando expressas em relação ao solum. Por seu lado, a soma de bases (S) mostra relações negativas, em geral fracas, porém significativa para o volume de transição T.

A interpretação destas relações a partir dos dados disponíveis resulta arriscada, sendo necessário maiores aprofundamentos com base em estudos específicos. Tal como salientam LA BASTIDE & VAN GOOR⁴² o fato de estabelecer relações causais, além de difícil, pode resultar imprudente devido a natureza complexa das interrelações entre as variáveis do solo e da absorção radicular.

Adicionalmente, DE HOOGH & DIETRICH¹⁷⁻¹⁸ elaboraram gráficos das relações entre o crescimento em altura com a % de saturação de bases e com Ca+Mg trocáveis, a partir das quais, destacam, resulta possível observar a complexidade das relações que determinam o crescimento da *Araucaria*; e que, ainda em solos com conteúdos mínimos de Ca+Mg e saturação de bases muito baixa frequentemente ocorre crescimento satisfatório, provavelmente, compensado por fatores físicos que tendam a uma adequada exploração radicular. LASSERRE et alii⁴⁴ e HOPPE³⁶ realizam apreciações semelhantes.

Mais dois elementos podem ser adicionados a esta análise. Por um lado a participação da serralpilheira como volume fornece-

dor de nutrientes, fato que, como menciona REISSMANN⁵⁹ pode ser reconhecido através do elevado número de raízes finas que integram a manta orgânica, tal como foi observado no presente trabalho, e/ou pelo conhecimento da dinâmica dos nutrientes, aspecto⁵ que implica em estudos da ciclagem de nutrientes (BLUM⁵, KRAPFENBAUER & ANDRAE⁴¹). O outro assunto a considerar é a avaliação da adequabilidade dos métodos de análise de solo no sentido de determinar até que ponto as "formas" extraídas e quantificadas coincidem com aquelas que as árvores podem absorver, já que, por exemplo, como comentam REISSMANN et alii⁶¹ para o caso do alumínio, sua concentração nas acículas depende muito mais da espécie do que do dado de disponibilidade fornecido pela análise de solo.

No trabalho de campo constatou-se a virtual ausência de um subhorizonte com material intensamente decomposto (Od segundo²⁶ EMBRAPA²⁶), fenômeno também observado por REISSMANN et alii⁶⁰ os quais salientam que a ausência de um horizonte de humus propriamente dito está relacionada com uma rápida decomposição e incorporação imediata ao horizonte mineral. Ressalta-se a importância deste fato devido a que uma intensa atividade biológica se relaciona com uma ativa ciclagem de nutrientes, e consequentemente com condições adequadas para o suprimento radicular, particularmente em solos pobres, tal como foi referido por DE HOOGH¹⁶ e por ANDRAE & KRAPFENBAUER¹.

Outros antecedentes da literatura fazem referência a que, em solos com substrato ácido, a quantidade de Ca+Mg trocáveis⁶⁶ resultou a principal limitante do crescimento (VAN GOOR⁶⁶). No trabalho de DE HOOGH & DIETRICH¹⁷ a % de saturação de bases foi a variável mais significativa nas suas equações de regressão.

O carbono e o nitrogênio mostram correlações positivas,

resultando significantes só no caso do carbono no volume A+T. Dada a relação que mantém estas variáveis com a atividade biológica, este comportamento resulta esperado e poderia considerar-se como indicador da importância daquela sobre o crescimento (DE HOOGH¹⁶).

Passando à análise tendente a seleção do volume edáfico mais relacionado com o crescimento observa-se que o volume A+T (Tabela 11) reúne a maior quantidade de correlações significantes e, além do mais, a igual nível de significância mostra um valor de correlação maior.

Por sua vez, dentro do volume A+T, foram selecionadas preliminarmente as seguintes variáveis:

- % de areia total,
- % de silte,
- Capacidade de água disponível e porosidade total (dm³/volume do A+T referido a 1 m², em dm³),
- Carbono orgânico (Kg de C/volume do A+T referido a 1 m², em dm³).

Além destas foram adicionadas:

- Volume do horizonte A (dm³ por m² de área), e
- Volume do A+T (somatório dos volumes do horizonte A mais o de transição correspondente; em dm³ por m² de área).

4.3.1.2 Ajuste do modelo de regressão múltipla.

Com as variáveis assim selecionadas calcularam-se as regressões da altura sobre os fatores do solo, de acordo com os procedimentos referidos no item 3.3.3.1.3.

A Tabela 12 mostra a matriz de correlação. Observa-se em geral fortes correlações entre algumas variáveis independentes; por exemplo, volumes de A e A+T, % de areia e silte, e volume de A+T com capacidade de água disponível, porosidade e carbono

orgânico. Isto pode ser consequência, em parte, da metodologia de preparação das variáveis independentes, dado que, por exemplo, no caso destas três últimas estão expressas, precisamente, em relação ao volume de A+T com o qual se correlacionam.

TABELA 12. MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS REMANESCENTES DA SELEÇÃO PRELIMINAR.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1,000	0,562	0,648	0,731	-0,792	0,597	0,691	0,514
X2		1,000	0,891	0,777	-0,450	0,841	0,876	0,745
X3			1,000	0,701	-0,488	0,957	0,981	0,742
X4				1,000	-0,848	0,650	0,749	0,544
X5					1,000	-0,406	-0,545	-0,279
X6						1,000	0,963	0,782
X7							1,000	0,725
X8								1,000

X1 = altura dominante (metros).

X2 = volume A (volume por m² de área do horizonte A, em dm³).

X3 = volume A+T (volume por m² de área do horizonte A+T, em dm³).

X4 = % de areia no volume A+T

X5 = % de silte no volume A+T

X6 = capacidade de água disponível no volume A+T (dm³/volume do A+T referido a 1 m², em dm³)

X7 = porosidade total no volume A+T (dm³/volume do A+T referido a 1 m², em dm³).

X8 = carbono orgânico no volume A+T (Kg/volume do A+T referido a 1 m², em dm³)

Obteve-se a mesma equação de regressão tanto pelo método "stepwise" como o de eliminação. Na entrada e saída de variáveis foram usados os seguintes valores de F:

Stepwise : F de entrada (1, 14, 0,05) = 4,60

F de saída (1, 14, 0,10) = 3,10

Eliminação : F de corte (1, 14, 0,05) = 4,60

A equação obtida foi (Equação 1):

$$H_i = b_0 + b_1 \times \% \text{ silte}(i) + b_2 \times \% \text{ porosidade}(i)$$

onde:

H_i : altura estimada correspondente à i-ésima parcela,

i : i-ésima parcela

para i = 1, 2, . . . , 16.

sendo:

	Teste t	t tabelado:
b0 = 20,6838	14,05 **	(13, 0,05) = 2,16
b1 = -0,157303	-3,41888 **	(13, 0,01) = 3,01
b2 = 0,0071797	2,16795 *	

O resto dos indicadores de ajuste apresentam-se na Tabela 13, enquanto o gráfico dos resíduos na Figura 14.

Diminuindo o F de entrada para um nível de significância de 0,10 não foi possível o ingresso de uma terceira variável no modelo.

¹¹
CARMEAN salienta que variáveis inicialmente significantes podem não aparecer na equação final de regressão, entre outras causas, por manter fortes correlações com variáveis retidas pelo modelo. Este autor comenta também que quando a equação de melhor ajuste contém variáveis de medição complexa e/ou de difícil identificação no campo, deve ajustar-se o modelo com outras das que se mostraram inicialmente correlacionadas, ainda que representem perdas de precisão.

Levando em conta estes conceitos decidiu-se diminuir o "F" de entrada a um nível de significância de 0,10 e, desta maneira, ajustaram-se mais duas equações, apresentadas a seguir:

Equação 2:

$$H_i = b_0 + b_1 \times \% \text{ silte}(i) + b_2 \times \text{CAD}(i)$$

onde:

H_i : altura estimada correspondente à i-ésima parcela,

CAD: capacidade de água disponível.

i : i-ésima parcela

para i = 1, 2, . . . , 16.

sendo:

	Teste t	t tabelado:
b0 = 21,3754	17,048 **	(13, 0,05) = 2,16
b1 = -0,175357	-4,07001 **	(13, 0,01) = 3,01
b2 = 0,0252071	2,03773 ns	

Equação 3:

$$H_i = b_0 + b_1 \times \% \text{ silte}(i) + b_2 \times \text{volume A+T}(i)$$

sendo:

	Teste t	t tabelado:
b0 = 21,0082	14,796 **	(13, 0,05) = 2,16
b1 = -0,166509	-3,68485 **	(13, 0,01) = 3,01
b2 = 0,0381246	2,02102 ns	

O resto dos indicadores de ajuste são apresentados na Tabela 13, e os gráficos dos resíduos na Figura 14.

TABELA 13. INDICADORES DE AJUSTE DAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO

Equação	R2	R2a	Sxy %	Significância dos coeficientes		
				b0	b1	b2
1	0,726	0,684	4,06	**	**	*
2	0,717	0,673	4,17	**	**	ns
3	0,716	0,672	4,13	**	**	ns

** : significante ao 99 % de probabilidade.

* : significante ao 95 % de probabilidade.

ns : não significante.

A representação gráfica dos resíduos não mostra para nenhuma das equações uma tendenciosidade marcada. Além disto o resto dos indicadores mostram graus de ajuste praticamente iguais para os três casos.

Comportamento semelhante pode ser apreciado na Figura 15, na qual apresentam-se as funções obtidas na regressão múltipla, simplificadas a uma variável, tal como especificado no item 3.3.3.1.3, e a indicação dos dados observados correspondentes à variável em questão.

FIGURA 14. RESÍDUOS PADRONIZADOS.

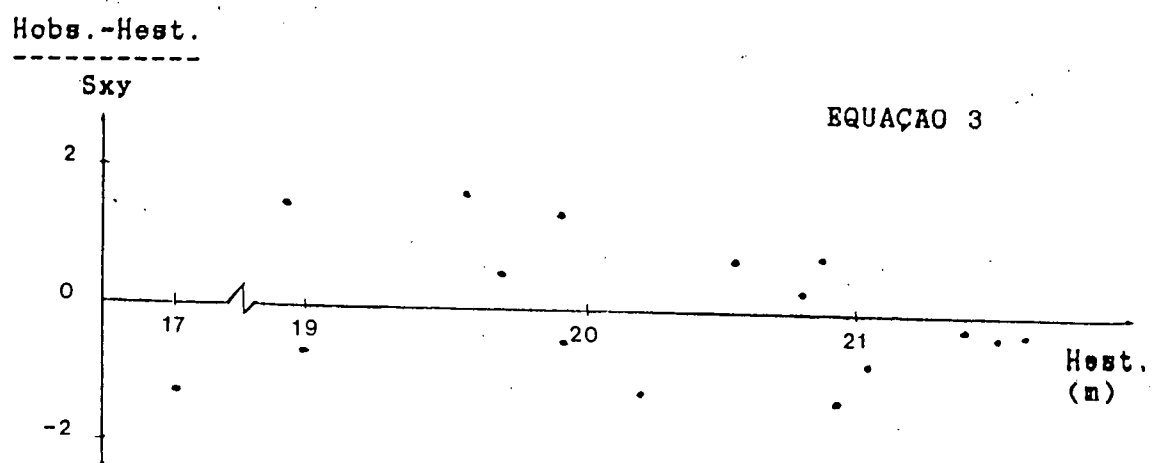
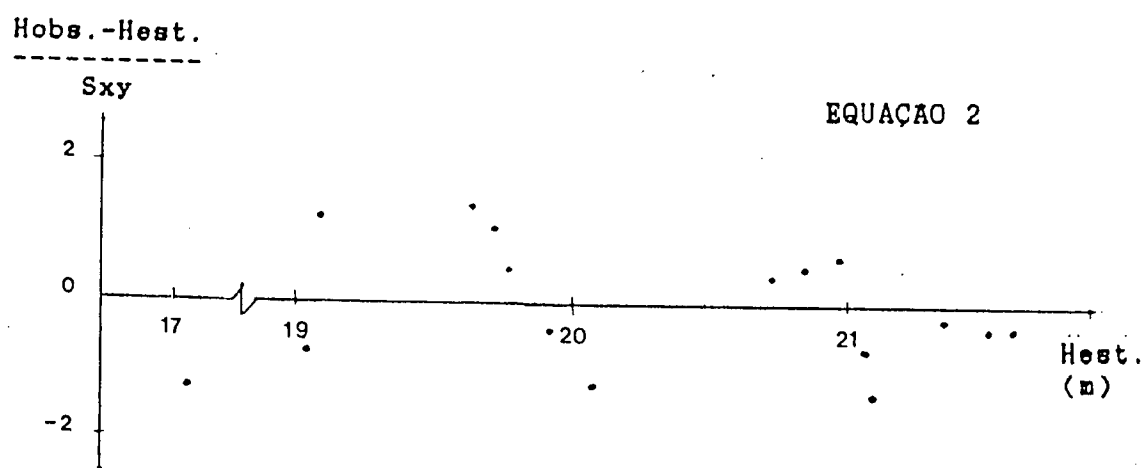
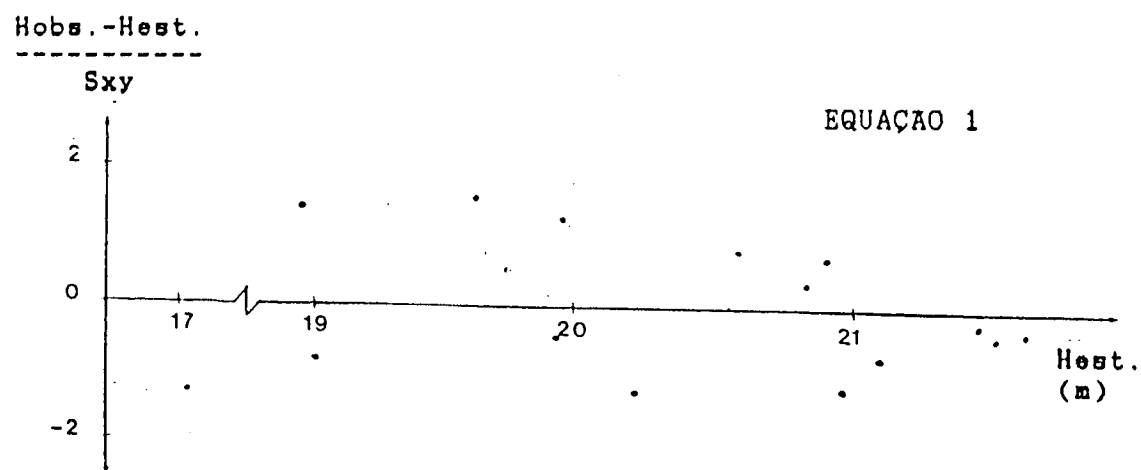
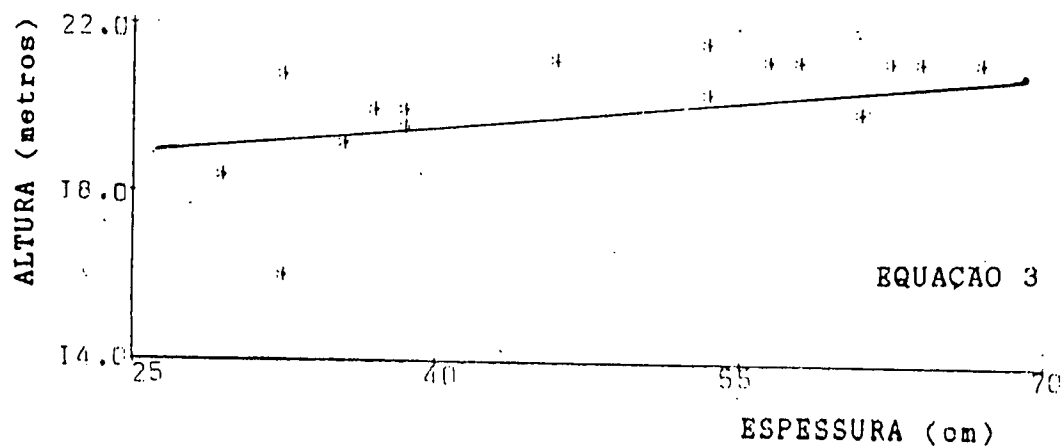
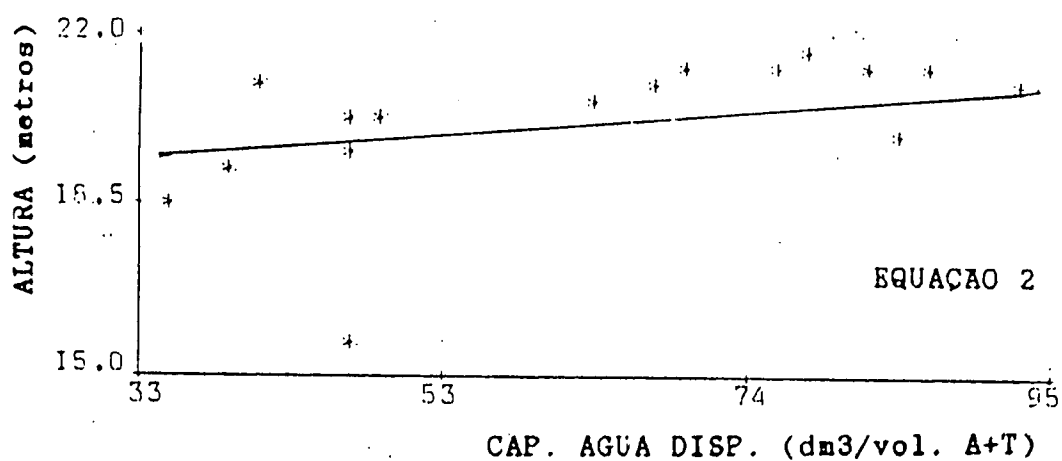
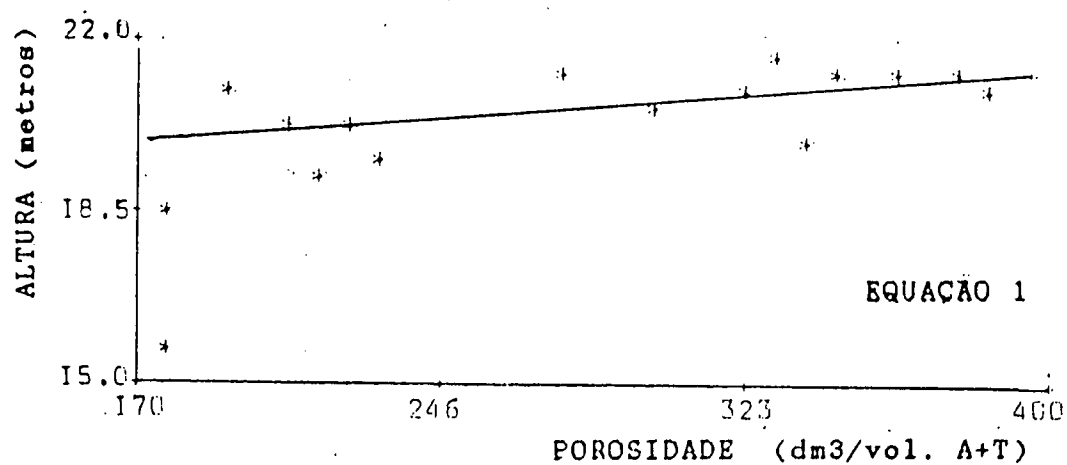


FIGURA 15. RELAÇÕES ENTRE ALTURA DOMINANTE E VARIÁVEIS SELECIONADAS NA REGRESSÃO MÚLTIPLA.



Em consequência, se fosse necessário ter que selecionar uma delas, a equação 3 teria prioridade por quanto, comparativamente, resulta mais simples a obtenção de dados correspondentes às variáveis nela incluídas.

A percentagem de variação dos dados observados, explicada pelas equações (R^2), resulta elevada devido ao fato de incluir somente variáveis morfológicas e físicas do solo. Ainda tratando-se de uma área muito pequena devem ser consideradas as variações em alguns dos demais fatores que influem na qualidade de sítio. Poder-se-ia assumir, por exemplo, certa homogeneidade nas condições climáticas, nas características genéticas das sementes e nos tratamentos silviculturais; porém tanto a topografia como outros atributos edáficos ou ambientais relacionados à nutrição, e não incluídos neste trabalho -dinâmica da água e ciclagem de nutrientes, entre eles- de maneira alguma podem ser considerados homogêneos.

Chama-se a atenção ao fato de que, embora o bom ajuste aos dados obtido com estas equações, o seu uso no sentido de fazer previsões quantitativas de crescimento pode resultar muito arriscado, o que, além do mais, não foi objetivo do presente estudo.

Esta apreciação se baseia nos comentários feitos acima, no pequeno número de parcelas levantadas (ver diferenças entre o R^2 e o R^2_a na Tabela 13), no tamanho reduzido da área de amostragem, o que limita as extrapolações, e, como já discutido na dificuldade em interpretar as relações entre as variáveis edáficas com o crescimento, em especial com a % de silte.

A análise de regressão permite melhorar as condições para o discernimento da influência relativa das variáveis sobre o crescimento em altura. O fato de que a espessura dos horizontes A+T participe em uma equação de regressão é um elemento a mais, que

reforça a possibilidade em utilizar esta variável como diagnóstica do crescimento em levantamentos de aptidão de terras, a qual, além do mais, resulta operativamente simples de obter,

4.3.2. Análise cartográfica.

Realizou-se através da superposição das transparências da Carta de Classes de sítio (Figura 13) com as de curvas de isodiferenciação (Figuras 7, 8, e 9) de classes de solos (Figura 10).

As maiores coincidências cartográficas foram observadas com as cartas de curvas de isodiferenciação correspondentes às espessuras do A e do A+T. As Tabelas 14 e 15 apresentam as relações observadas entre as alturas esperáveis, segundo limites estabelecidos no item 4.1.2, e as levantadas no campo, correspondentes a estes atributos edáficos.

Pode-se ver que, em relação ao prognóstico de classe de sítio baseado na espessura do horizonte A, as parcelas 61, 62 e 31 encontram-se fora do esperável. Semelhante resulta o comportamento das parcelas 62, 31 e 71 em referência à espessura do A+T.

Ressalta-se que a escassa variabilidade observada no crescimento em altura, em relação à ampla faixa observada para as espessuras (ver Figura 6 e Tabela 6), nas parcelas das classes de sítio I e II (ver Tabela 5), sugere a participação de outros fatores determinantes da qualidade de sítio, tal como já foi referido no item 4.3.1.2.

A partir desta análise novamente observa-se um adequado comportamento da espessura superficial como variável diagnóstica, dado que com base nos limites, determinados para este trabalho em particular, foi possível obter mais de 50% de coincidência entre a classe de sítio prognosticada e a observada. Sem dúvida um maior número de observações, assim como um teste de acuracidade, utilizando parcelas cujos dados não formaram parte do cálculo dos

TABELA 14. RELAÇÕES ESPERÁVEIS E OBSERVADAS ENTRE CLASSE DE SÍTIO E ESPESSURA DO HORIZONTE A.

Par- cela	Altura média	Classe de sítio	Espessura do A			
			Esperável		Observada	
			<= 25 cm	>= 25 cm	<= 25 cm	>= 25 cm
22	21,0	I		*		*
23	21,1	I		*		*
32	21,2	I		*		*
51	21,2	I		*		*
52	21,3	I		*		*
61	21,5	I		*	D	
62	21,2	I		*	D	
11	19,2	II	*		*	
12	20,1	II	*		*	
21	19,6	II	*		*	
31	20,0	II	*			D
71	20,5	II	*		*	
72	20,8	II	*		*	
73	20,1	II	*		*	
44	18,5	III	*		*	
53	15,8	IV	*		*	

D: espessura observada diferente da esperada.

limites de espessura, são ferramentas adequadas para a validação desta discussão.

Das relações observadas com a carta de espessuras do solum somente resultou notável a correspondência entre a espessura menor de um metro com a classe de sítio IV. Nas Figuras 16, A e B, pode-se observar que as alturas apresentam um comportamento relativamente independente da espessura do solum, quando não se contemplam as situações extremas desta característica -caso dos sítios 11, 21 e 53-.

Sobre este assunto, embora não seja um objetivo a análise detalhada da relação solo-crescimento a nível de cada parcela, ressalta-se que chama a atenção o crescimento relativamente baixo das parcelas 11 e 21. Os solos destes locais resultaram Latosso

TABELA 15. RELAÇÕES ESPERÁVEIS E OBSERVADAS ENTRE CLASSE DE SÍTIO E ESPESSURA DOS HORIZONTES A+T.

Parcela	Altura média	Classe de sítio	Espessura do A+T			
			Esperável		Observada	
			<= 50 cm	>= 50 cm	<= 50 cm	>= 50 cm
22	21,0	I		*		*
23	21,1	I		*		*
32	21,2	I		*		*
51	21,2	I		*		*
52	21,3	I		*		*
61	21,5	I		*		*
62	21,2	I		*	D	
11	19,2	II	*		*	
12	20,1	II	*		*	
21	19,6	II	*		*	
31	20,0	II	*			D
71	20,5	II	*			D
72	20,8	II	*		*	
73	20,1	II	*		*	
44	18,5	III	*		*	
53	15,8	IV	*		*	

D: espessura observada diferente da esperada.

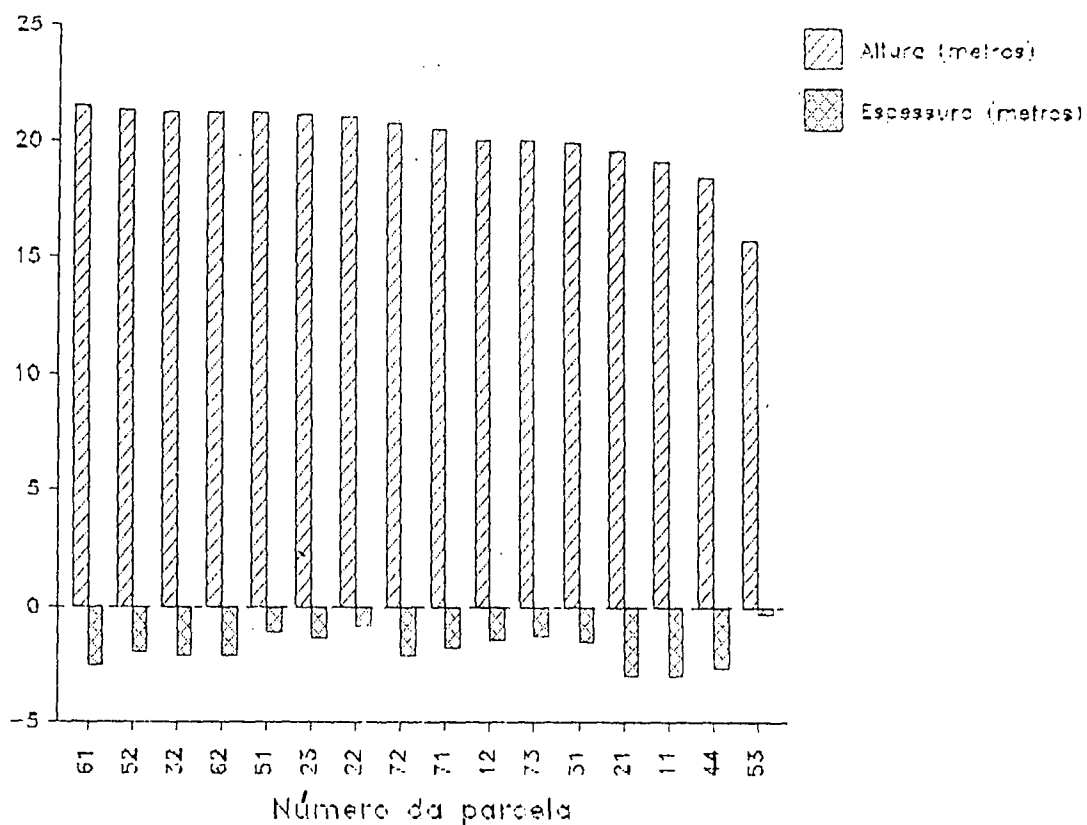
los Vermelhos Escuros com características físicas aparentemente adequadas. A pequena espessura do A pode subsidiar a interpretação mas entende-se que a disponibilidade de água resulta outro elemento a considerar.

Neste aspecto, e em função de observações de campo, é possível afirmar que a permeabilidade da camada C é muito baixa, até o ponto de provocar estagnação temporária da água, ainda em posições elevadas do relevo, assim como fluxos hídricos laterais nos volumes edáficos situados imediatamente acima. Por exemplo, durante o trabalho de campo constatou-se a presença de água estagnada em trincheiras após uma semana de bom tempo, porém precedida de abundantes precipitações (locais 32, 71 e 72).

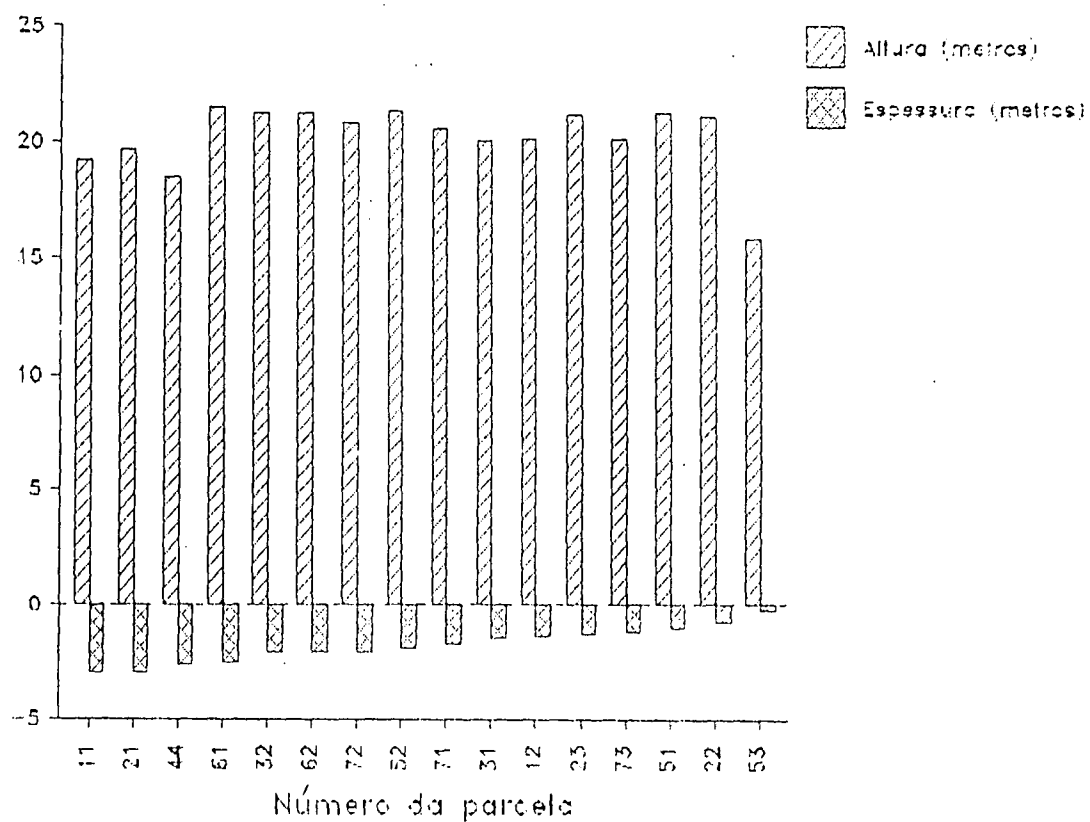
Assim sendo, este atributo assume relevância dada sua rela-

FIGURA 16. RELAÇÕES ENTRE ALTURA DOMINANTE E ESPESSURA DO SOLUM.

A) Ordenadas pela altura dominante.



B) Ordenadas pela espessura do solum.



ção com a dinâmica da água e consequentemente com a disponibilidade hídrica. Com efeito, a restrita permeabilidade deste volume pode provocar retardos relativos substanciais no processo de evacuação da água em profundidade, ocasionando, paralelamente, fluxos laterais, e mantendo, desta forma, uma oferta hídrica razoável durante um maior período em sítios onde o topo da camada C localiza-se, comparativamente, mais próxima da superfície.

No caso específico das parcelas 11 e 21 este substrato não foi atingido ainda com a profundidade até os 3 metros (Figura 6). Assim sendo, a profundidade até a camada pouco permeável, a porosidade destes solos, e o fato de ocupar as posições mais elevadas das vertentes, podem condicionar a dinâmica da água, causando uma diminuição na oferta hídrica em relação aos locais com menor espessura de solum.

A importância que tem a profundidade até horizontes ou camadas de permeabilidade restringida, ou até o lençol freático, sobre o desenvolvimento desta ou de outras essências florestais, já foi referida por vários pesquisadores, entre eles, COILE¹³; GOLFARI³³; PRITCHETT⁵⁴; DOLDAN²³ e, SANTOS FILHO & ROCHA⁶⁴. Estes últimos, inclusive, chegam a classificar estas limitações, as quais caracterizam como permanentes.

Quanto às referências sobre uma espessura efetiva mínima para crescimento satisfatório da Araucaria, em torno de um metro (BLUM⁴; DE HOOGH¹⁶), pode ser constatada neste trabalho se, ademais da espessura, se consideram a drenagem e a posição na paisagem.

As relações entre a Carta de classe de sítio e a de solos resultaram muito fracas. Além da análise por superposição de transparências este fato fica evidente também na Tabela 16, na qual é possível observar que as classes de sítio I e II resultam

praticamente indiferentes ao tipo de solo, já que ambas classes caracterizam locais com solos da mesma unidade taxonômica. Estas relações apresentam-se graficamente na Figura 17.

TABELA 16. RELAÇÕES ENTRE AS CLASSES DE SITIO COM CLASSES DE SOLOS E O TIPO DE HORIZONTE A.

Parcela	Altura Média	Classe de sitio	Classe de solo		Tipo de horizonte A
22	21,0	I	Ca	(1)	Proeminente
23	21,1	I	PVA	(2)	Proeminente
32	21,2	I	PVA		Proeminente
51	21,2	I	Ca		Proeminente
52	21,3	I	PVA		Proeminente
61	21,5	I	LVE	(3)	Proeminente
62	21,2	I	PVA		Proeminente
11	19,2	II	LVE		Moderado
12	20,1	II	LVA	(4)	Moderado
21	19,6	II	LVE		Proeminente
31	20,0	II	Ca		Proeminente
71	20,5	II	PVA		Proeminente
72	20,8	II	PVE	(5)	Proeminente
73	20,1	II	Ca		Proeminente
44	18,5	III	LVE		Moderado
53	15,8	IV	Re	(1)	Moderado

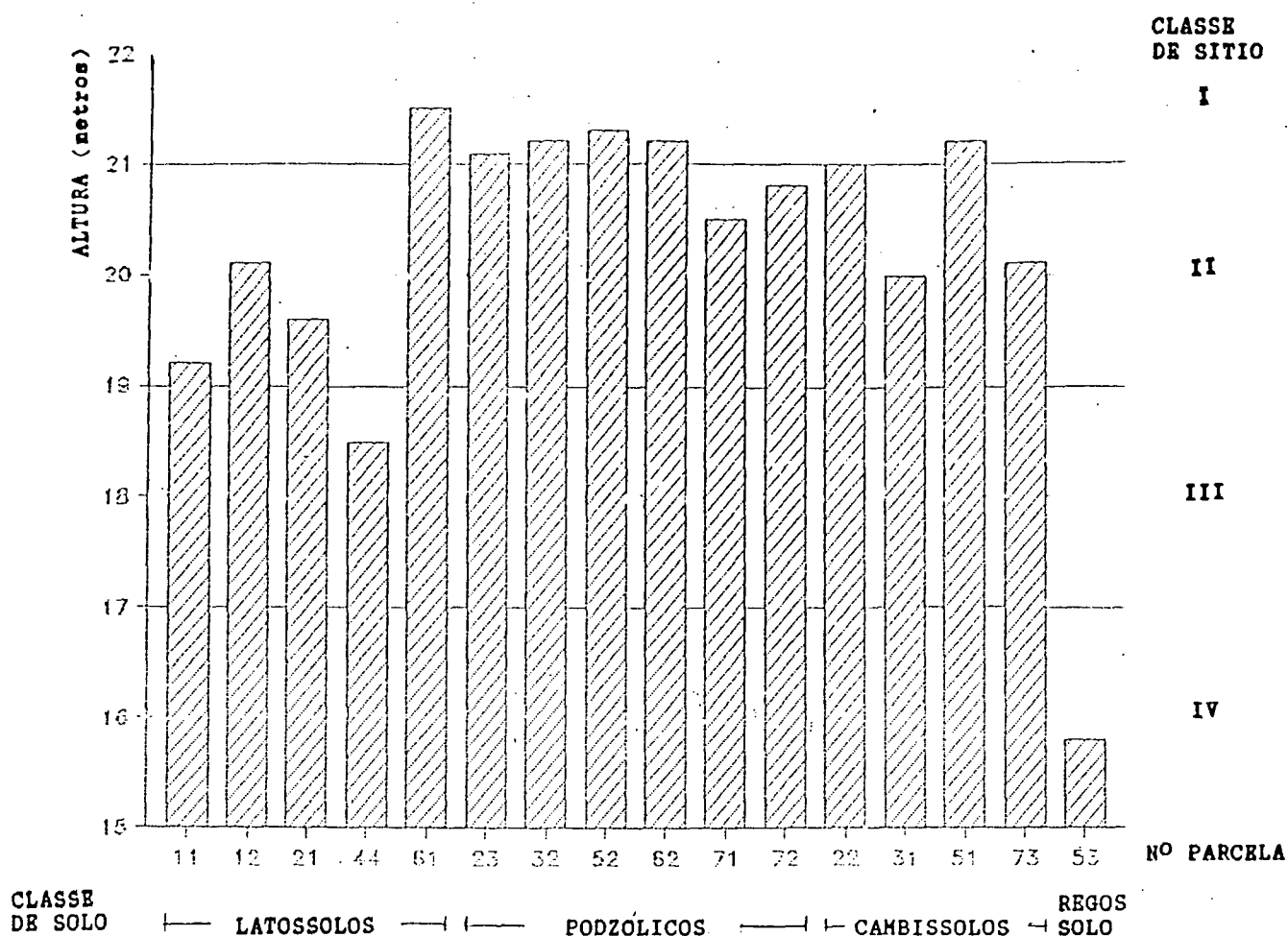
- (1) CAMBISSOLO (4) LATOSSOLO VERMELHO AMARELO
 (2) PODZOLICO VERMELHO AMARELO (5) PODZOLICO VERMELHO ESCURO
 (3) LATOSSOLO VERMELHO ESCURO (6) REGOSSOLO

68

Sobre este assunto vários autores (VAN LEAR & HOSNER ;
 33 11 17
 GOLFARI ; CARMEAN ; DE HOOGH & DIETRICH) referenciam as
 limitações das cartas edafológicas quando utilizadas neste
 sentido, e destacam que pode dever-se a que não sempre coincidem
 as características, ou limites, utilizados na definição das
 unidades taxonômicas com aquelas determinantes do crescimento das
 árvores.

Nas condições deste trabalho foram os Podzólicos os que
 mostraram o comportamento mais homogêneo quanto a classe de

FIGURA 17. RELAÇÕES ENTRE ALTURA DOMINANTE E CLASSES DE SOLO.



sítio das parcelas sobre eles instaladas; entretanto os Latossolos apresentam a maior variabilidade (Figura 17). Com apoio na Figura 6 é possível observar que as características morfológicas dos Podzólicos, assim como sua localização na paisagem, resultaram semelhantes, fato que pode ter ligação com a homogeneidade verificada em relação ao crescimento.

Uma outra questão interessante que se pode observar na Figura 6, para o caso dos Cambissolos, é que a espessura do B mostra uma relação inversa com a altura atingida nas parcelas. As maiores alturas foram detectadas nos locais 22 e 51, enquanto os horizontes Bi mais espessos encontram-se nos locais 31 e 71.

Em relação ao tipo de horizonte A observa-se que não mostrou

fortes relações com a qualidade de sítio (Tabela 16), já que o horizonte A proeminente caracteriza as parcelas de ambas as classes de sítio, I e II, exceto, porém, as parcelas 11 e 12.

Finalmente contrastam-se as características edáficas das parcelas que apresentaram os valores extremos de crescimento em altura, ou seja a 61 e a 53 (Figura 17).

Assim o latossolo vermelho escuro que caracteriza o solo da parcela 61 -altura dominante 21,5 metros- é bem drenado, apresenta um volume disponível para exploração radicular relativamente grande, profundidade efetiva ao redor de 2 metros, estrutura em blocos subangulares moderada a fraca, consistência friável e todo o perfil muito poroso.

Por seu lado, a parcela 53 -altura dominante 15,8 metros- apresenta um regossolo de drenagem moderada a imperfecta, profundidade efetiva de 32 centímetros, estrutura em blocos angulares forte, consistência firme a muito firme e condições de porosidade restrita.

A associação entre estas características edáficas com a aptidão para o crescimento do pinheiro resultou coincidente com as previsões feitas por DE HOOGH .

5. CONCLUSÕES.

Em relação as principais características dos povoamentos e solos amostrados a análise dos dados indica que:

- Os povoamentos atingiram um nível de crescimento médio, quando comparado com dados de estudos regionais.
- As alturas dominantes das diferentes parcelas mostraram pouca variabilidade.
- Os solos, quando caracterizados taxonômica ou morfológicamente, mostraram marcada variabilidade, em relação a pequena área de trabalho.
- Os solos, na sua maioria, são argilosos, bem estruturados, permeáveis, muito pobres em nutrientes, e com elevada % de saturação com alumínio.

Dentro deste marco de condições edáficas e de crescimento, e, atendendo aos objetivos específicos do trabalho, formula-se as seguintes conclusões:

a) Em relação às características edáficas mais determinantes do crescimento em altura:

- As morfológicas e físicas mostraram-se mais correlacionadas do que as químicas.
- As relações mais fortes foram identificadas com as variáveis expressas como quantidades contidas no volume do horizonte em estudo, por m² de área, em comparação àquelas expressas em relação a uma aliquota desse mesmo volume. Além do mais, do ponto de vista biológico entende-se que a primeira forma de expressão oferece maiores subsídios para

interpretar estas relações, devido a representar uma melhor aproximação às condições em que se processa o abastecimento radicular de água e nutrientes.

As seguintes variáveis mostraram-se correlacionadas com o crescimento:

- Espessura do horizonte A+T (somatório das espessuras do A com o seu transicional subjacente).
- Espessura do horizonte A.
- Percentagem de areia e silte, em todos os horizontes.
- Porosidade total, de aeração, e capacidade de água disponível, quando expressas como dm³ contidos no volume do horizonte A e A+T.
- Carbono orgânico expresso como Kg contidos no volume do horizonte A+T.

b) Em relação a adequabilidade da metodologia de levantamento de solos proposta pela análise estrutural para este tipo de trabalho:

- Mostrou-se adequada para localizar situações edáficas contrastantes, fato de importância quando resulta preciso uma amostragem abrangente que contemple a variabilidade dos fatores que determinam a qualidade de sítio.
- As cartas de curvas de isodiferenciação, quando elaboradas com base em características diagnósticas do crescimento florestal, apresentam-se como um interessante recurso para a expressão de resultados em trabalhos de avaliação de aptidão de terras.

Além destas conclusões outras considerações podem ser adicionadas:

- A espessura dos horizontes superficiais, aparecem como

variáveis determinantes do crescimento. O fato da simplicidade e rapidez relativa na sua determinação, somado a que são uma expressão sintética de outras características, também relacionadas com o crescimento, faz com que possa ser considerada como variável diagnóstica. Em relação com isto, o tipo de horizonte A pode ser um indicador orientativo, como forma de aproveitamento das cartografias de solos disponíveis.

- A espessura efetiva do solum mostrou-se útil para subsidiar a interpretação do crescimento observado em alguns locais, especialmente em situações extremas do seu desenvolvimento. Por um lado, quando muito pequeno, limita o volume de exploração radicular, e, por outro, quando bem desenvolvido, e, coincidente com solos porosos e localizados em posições elevadas da paisagem, possibilita condições de menor oferta hídrica em relação a outros menos profundos e cujo substrato seja de permeabilidade restringida.
- Chama a atenção o crescimento atingido em relação às condições químicas dos solos, em especial pelo fato de ser a Araucaria uma espécie considerada exigente em condições nutritivas. Dois fatos podem ser considerados frente a esta aparente incoerência: a possibilidade de que uma elevada proporção da absorção de nutrientes se realize a nível da manta orgânica, e, que os métodos analíticos utilizados na extração não representem bem as condições em que, verdadeiramente, se processa a absorção.

SUMMARY

This work aims at identifying the edaphic characteristics limiting the growth in height of stands of *Araucaria angustifolia* (BERT) O. Ktze. and at evaluating the adequacy of methods of soil survey used at the structural analysis of site quality studies. Data was collected at a microcatchment situated at Irati National Forest belonging to the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (the former IBDF), Irati, State of Paraná, Brasil. Sampling units were selected so as to include all patterns of soils found in the area, seven sequences of soil and relief being studied to this end. Sampling units were installed at twenty selected sites, sixteen of which were the object of a dendrometric survey. At each site, a soil profile was described and sampled, the dominant height determined and a tree felled for the stem to be analysed. The edaphic variables used at the statistical analysis resulted from transformations of data obtained in the laboratory. Analytical results were then expressed in two forms: aliquots of 100dm³ and in volume of m³ of area of the corresponding horizon. It was verified through regression analysis and one-way correlation that the most significant relations of dominant height and site factors occurred with the thickness of superficial horizons A and A+ (AB and or BA) - the latter being indistinctly represented by T-; with the percentages of sand and silt for all horizons and with total porosity, aeration porosity, field capacity and contents of organic carbon when expressed as a function of the volume per m³ of area of horizons A and A+T. This group of variables was once again selected according to previously defined criteria. A group of variables was then formed and submitted to the adjustment of a model of multiple linear regression, which resulted in three equations with similar behaviours, all formed by two variables, one of them always representing the percentage of silt in A+T and the other corresponding to total porosity, field capacity and thickness of the A+T horizon. Different charts were also prepared corresponding to classes of site quality, isodifferentiation curves and soils. A cartographic analysis was made of the various documents as well as a graphic representation of the sequences of soil and relief and it was noticed that the behaviour of the thickness of horizons A and A+T was a reliable indicator of growth; that the depth of the soil bore little relation with height; that the thickness of horizon B₁ had an inverse relationship with the dominant height; and that the behaviour of classes of soil was not well defined for a forecast of site quality. Finally, it was observed that the method of soil survey used at the structural analysis may be a useful tool for this kind of study.

APÊNDICE

DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PERFIS

PERFIL: 11

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: talhão 25 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço superior da vertente, com 2,6% de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: plano; regional: ondulado.

ALTITUDE: 825 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: acentuadamente drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 8,2-1,5 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,5-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-12 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); argila; moderada pequena a média granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 12-35 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); argila; moderada média blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bw1 - 35-63 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); argila; moderada a fraca média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw2 - 63-100 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); argila; fraca a moderada média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw3 - 100-130 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco); argila; fraca a moderada média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw4 - 130-160 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco); argila; moderada a fraca média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

RAÍZES: muitas no A, comuns desde BA até Bw3, poucas no Bw4 e Bw5.

OBSERVAÇÕES: a partir de 190 cm continuou-se com trado até 290 cm, o material observado resultou semelhante ao Bw5 em cor, textura ao tacto e consistência. Todo o perfil é muito poroso com predomínio de poros pequenos e muito pequenos.

PERFIL 11: Dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Símb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A	0 - 12	2	29	15	54	0,28
BA	- 35	2	30	11	57	0,19
Bw1	- 63	2	31	10	57	0,18
Bw2	- 100	3	27	11	59	0,19
Bw3	- 130	2	30	9	59	0,15
Bw4	- 160	3	28	11	58	0,19
Bw5	- 190+	3	28	11	58	0,19

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,60	1,04	60	32,5	20,3	12,2
2,60	1,01	61	30,0	18,9	11,1
2,62	1,08	59	31,5	19,8	11,8
2,59	1,05	59	30,2	19,5	10,7
2,59	1,05	59	31,0	19,4	11,6
2,65	1,12	58	32,9	21,6	11,3
2,67	1,11	58	33,2	21,6	11,5

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,4	4,1	2,4	4,1	0,21	11	1
4,6	4,2	1,3	2,2	-	-	1
4,7	4,3	1,0	1,7	-	-	1
4,8	4,3	0,7	1,2	-	-	1
4,9	4,5	0,8	1,4	-	-	1
5,0	4,6	0,6	1,0	-	-	1
5,0	4,6	0,4	0,7	-	-	Tr

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
1,0	0,17	0,04	1,2	11,5	12,7	2,9	10	71
0,8	0,14	0,02	1,0	9,0	10,0	2,7	10	74
0,4	0,07	0,01	0,5	8,0	8,5	2,6	6	84
0,4	0,04	0,01	0,5	7,1	7,6	2,1	6	82
0,5	0,06	0,02	0,6	5,1	5,7	0,7	10	55
0,6	0,04	0,03	0,7	4,4	5,1	0,3	13	31
0,5	0,03	0,01	0,5	4,5	5,0	0,7	11	56

PERFIL: 12

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ÁLICO podzólico pouco profundo
A moderado textura muito argilosa fase floresta subtropical
perenifolia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 25 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na parte média da vertente, com
8,7 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: suave ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 815 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,3-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nú; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-20 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares e granular; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 20-38 cm, bruno escuro (7,5 YR 3,5/4, úmido), bruno forte (7,5 YR 4/6, seco); argila; moderada a forte média a grande blocos subangulares; cerosidade fraca e comum; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bw1 - 38-73 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca média a grande blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw2 - 73-105 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca média a grande blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw3 - 105-145 cm, vermelho (2,5 YR 4/8, úmido), vermelho (2,5 YR 5/8, seco); muito argiloso; moderada a fraca média a pequena blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

C - 145-190+ cm, amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 7/8, seco); argila; plástico e ligeiramente pegajoso.

RAIZES: muitas no A, comuns do BA até Bw3, poucas no C.

OBSERVAÇÕES: perfil muito poroso até a camada C, poros pequenos e médios nos horizontes A e BA e pequenos e muito pequenos nos Bw.

PERFIL 12: Dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/ argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A	0 - 20	2	22	17	59	0,29
BA	- 38	3	21	16	60	0,27
Bw1	- 73	2	21	13	64	0,20
Bw2	- 105	2	22	14	62	0,23
Bw3	- 145	2	22	15	61	0,25
C	- 190+	4	22	29	45	0,64

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de água disponível
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	
			% em volume		
2,54	1,03	59	36,9	24,0	12,9
2,58	1,09	58	38,5	26,1	12,4
2,64	1,14	57	38,0	26,0	12,0
2,65	1,13	57	37,1	25,0	12,1
2,66	1,17	56	36,6	25,5	11,1
-	-	-	-	-	-

pH		!	C	Mat. org.	N	!	C/N	!	P
Água	KCL	!	% em peso			!<<-----			ppm
4,2	3,9		2,7	4,7	0,2		14		1
4,4	4,1		2,0	3,4	-		-		1
4,5	4,1		1,3	2,2	-		-		Tr
4,6	4,2		0,9	1,6	-		-		Tr
4,6	4,4		0,6	1,0	-		-		Tr
4,4	4,2		0,2	0,3	-		-		1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
							%	
0,9	0,19	0,02	1,1	13,5	14,6	4,0	8	78
0,5	0,08	0,03	0,6	10,5	11,1	3,6	5	86
0,5	0,05	0,02	0,6	9,2	9,8	2,9	6	84
0,4	0,05	0,02	0,5	8,2	8,7	2,2	5	82
0,4	0,04	0,02	0,5	5,4	5,9	1,4	8	75
0,4	0,11	0,03	0,5	5,8	6,3	2	9	79

PERFIL: 13

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO ÁLICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado substrato folhelhos.

LOCALIZAÇÃO: talhão 11 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço inferior da vertente, com 3,5 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: suavemente ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 800 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem a moderadamente drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,4-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nú; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-16 cm, cinzento muito escuro (10 YR 3/1, úmido), bruno acinzentado (10 YR 5/2, seco); argila; moderada a fraca pequena a média granular e em blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A2 - 16-39 cm, bruno acinzentado escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

AB - 39-58 cm, bruno escuro (10 YR 4/3, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila; forte a moderada média blocos subangulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bi - 58-79 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

C1 - 79-128 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana; presença de cascalho bastante alterado, ocupa o 5% do volume.

C2 - 128-177 cm, amarelo avermelhado (5 YR 6/6, úmido), rosado (5 YR 7/4, seco); argila; firme, plástico e pegajoso; presença de cascalho alterado.

RAÍZES: muitas no A1, comuns no A2, poucas no AB e Bi e raras no C1.

OBSERVAÇÕES: no C2 observam-se películas de aspecto betuminoso de cor preto envolvendo os agregados. Este horizonte não foi amostrado. Poros comuns, pequenos, até AB; comuns e médios no Bi; poucos poros no C1 e C2.

PERFIL 13: Dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Símb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 16	2	24	29	45	0,64
A2	- 39	2	22	24	52	0,46
AB	- 58	2	20	21	57	0,37
Bi	- 79	2	23	23	52	0,44
C1	- 128	3	24	29	44	0,66

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL	% em peso				ppm
4,3	4,1	2,6	4,5	-	-	3
4,4	4,1	1,8	3,1	-	-	1
4,4	4,1	1,2	2,1	-	-	1
4,7	4,2	0,9	1,6	-	-	Tr
4,7	4,3	1,0	1,7	-	-	Tr

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor V	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
0,9	0,23	0,04	1,2	14,2	15,4	6,3	8	84
1,0	0,15	0,05	1,2	14,4	15,6	6,6	8	85
0,7	0,09	0,03	0,8	12,3	13,1	1,0	6	88
1,0	0,11	0,02	1,1	9,7	10,8	5,5	10	83
0,8	0,08	0,03	0,9	7,4	8,3	4,9	11	84

PERFIL: 21

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.
 LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.
 SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço superior da vertente, com 3,5% de declive.
 LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.
 MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.
 RELEVO: local: suave ondulado; regional: ondulado.
 ALTITUDE: 830 metros.
 PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.
 DRENAGEM: acentuadamente drenado.
 EROSAO: não aparente.
 USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.
 CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Do - 5,6-1,2 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Ddo - 1,2 -0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-16 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmido), bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, seco); argila; moderada pequena a média blocos subangulares e granular; firme a friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 16-38 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmido), bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares e granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bw1 - 38-68 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); argila; moderada a fraca grande a média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

w2 - 68-98 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); argila; moderada a fraca média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

w3 - 98-128 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco); argila; moderada a fraca grande a média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

w4 - 128-155 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido), vermelho (2,5 YR 5/8, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

w5 - 155-190+ cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (10 YR 4/8 seco); muito argiloso; moderada média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: muitas até Bw1, comuns no Bw2, Bw3 e Bw4, poucas no Bw5.

OBSERVAÇÕES: a partir de 190 cm continuou-se com trado ate 290 cm, o material observado resultou semelhante ao B25 em cor, textura ao tacto e consistência.
 Todo o perfil é muito poroso com predominância de poros pequenos e muito pequenos.

PERFIL 21: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	argila
A	0 - 16	2	27	16	55	0,29
BA	- 38	2	29	14	55	0,25
Bw1	- 68	2	28	12	58	0,21
Bw2	- 98	2	28	11	59	0,19
Bw3	- 128	2	29	12	57	0,21
Bw4	- 155	2	29	11	58	0,19
Bw5	- 190+	2	26	11	61	0,18

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,58	1,02	60	33,7	20,2	13,5
2,62	1,05	60	30,1	18,0	12,1
2,58	1,02	60	29,1	19,5	9,6
2,68	1,07	60	29,0	19,1	9,9
2,65	1,06	60	30,7	18,7	12,0
2,68	1,04	61	31,2	19,2	12,0
2,67	1,08	60	32,1	21,2	10,8

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,7	4,3	2,7	4,7	0,20	14	1
4,7	4,3	1,5	2,6	-	-	1
4,8	4,4	1,2	2,1	-	-	Tr
4,8	4,5	1,0	1,7	-	-	Tr
4,7	4,5	0,7	1,2	-	-	1
5,1	4,8	0,6	1,0	-	-	1
5,4	5,2	0,4	0,7	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
1,1	0,25	0,05	1,4	10,4	11,8	2,3	12	62
0,9	0,10	0,04	1,0	9,3	10,6	2,5	12	66
0,5	0,04	0,02	0,6	7,4	8,0	2,0	7	78
0,5	0,04	0,03	0,6	7,3	7,9	1,6	7	74
0,5	0,03	0,04	0,6	5,2	5,8	1,0	10	64
0,5	0,03	0,03	0,6	4,1	4,7	0,2	12	26
0,5	0,06	0,04	0,6	2,9	3,5	0,3	17	33

PERFIL: 22

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO ALICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado substrato folhelhos.

LOCALIZAÇÃO: talhão 25 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço médio inferior da vertente, com 12,3% de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 810 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,2-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-12 cm, bruno acincentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 4/3, seco); argila; moderada média a pequena granular e em blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

A2 - 12-31 cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, seco); argila; moderada média blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

AB - 31-57 cm, bruno escuro (7,5 YR 4/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bi - 57-82 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; moderada a fraca média a pequena blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.

C - 82-160+ cm, formado por cascalhos e calhaus que quebram com facilidade devido ao seu elevado intemperismo, a cor predominante em seco é rosado (5 YR 8/4). A textura do material fino é franco argilosa.

RAÍZES: muitas no A1, comuns no A2 e AB, poucas no Bi.

OBSERVAÇÕES: muitos poros pequenos e muito pequenos nos horizontes A e AB; comuns e pequenos no Bi, praticamente ausentes na camada C.

PERFIL 22: dados analíticos

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 12	2	30	19	49	0,39
A2	- 31	1	28	21	50	0,42
AB	- 57	1	27	20	52	0,38
Bi	- 82	2	27	25	46	0,54
C	- 160+	3	31	33	33	1,00

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,56	1,05	59	32,5	20,7	11,8
2,62	1,11	58	34,7	23,0	11,6
2,59	1,15	56	37,5	25,5	12,0
2,65	1,12	58	37,7	25,4	12,3
-	-	-	-	-	-

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL	% em peso				ppm
4,4	4,1	2,4	4,1	0,20	12	1
4,6	4,2	2,3	4,0	0,14	16	Tr
4,8	4,2	1,1	1,9	-	-	Tr
4,9	4,3	0,8	1,4	-	-	1
4,8	4,2	0,2	0,3	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
							%	
0,8	0,12	0,04	1,0	13,9	14,9	6,2	6	87
0,6	0,09	0,05	0,7	12,4	13,1	6,0	6	89
0,5	0,07	0,03	0,6	10,7	11,3	5,3	5	90
0,4	0,08	0,04	0,5	10,4	10,9	5,0	5	91
0,7	0,10	0,04	0,8	8,5	9,3	6,7	9	89

PERFIL: 23

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.
 LOCALIZAÇÃO: talhão 25 da FLONA de IRATI.
 SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço inferior da vertente, com 12,3 % de declive.
 LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.
 MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.
 RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.
 ALTITUDE: 800 metros.
 PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.
 DRENAGEM: bem drenado.
 EROSAO: não aparente.
 USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.
 CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,0-1,2 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,2-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição

A1 - 0-12 cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares e granular; friável a firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A2 - 12-34 cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila; moderada média blocos subangulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 34-67 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada grande a média blocos subangulares; cerosidade fraca e pouca; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt - 67-89 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BC - 89-134 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; moderada grande a média blocos subangulares; cerosidade fraca e pouca; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

C - 134-180+ cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila.

RAÍZES: muitas no A1, comuns no A2, poucas no BA e Bt, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: continuou-se com trado e foi possível observar que a partir de 220 cm começa um material de cor amarelo forte, também argiloso. Poros comuns, pequenos a médios nos horizontes A, BA e Bt; poucos poros no BC; praticamente ausentes na camada C.

PERFIL 23: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 12	1	32	19	48	0,40
A2	- 34	1	30	19	50	0,38
BA	- 67	2	27	15	56	0,27
Bt	- 89	1	25	17	57	0,30
BC	- 134	1	28	22	49	0,45
C	- 180+	1	27	26	46	0,57

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,62	1,08	59	36,5	23,0	13,6
2,57	1,12	56	37,2	23,5	13,7
2,62	1,09	58	38,0	24,1	13,9
2,64	1,16	56	39,3	27,8	11,5
2,64	1,20	55	39,1	28,0	11,1
-	-	-	-	-	-

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,6	4,1	2,1	3,6	0,15	14	1
4,7	4,2	1,4	2,4	0,08	18	1
4,8	4,2	1,1	1,9	-	-	1
4,6	4,2	0,6	1,0	-	-	Tr
4,8	4,3	0,4	0,7	-	-	Tr
5,0	4,4	0,3	0,5	-	-	Tr

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
1,0	0,10	0,04	1,1	12,1	13,2	5,3	9	82
0,8	0,08	0,04	0,9	11,2	12,1	5,3	8	85
0,5	0,10	0,04	0,6	9,8	10,4	5,3	6	89
0,5	0,05	0,04	0,6	8,4	9,0	4,8	7	89
0,6	0,04	0,04	0,7	7,8	8,5	4,2	8	86
0,8	0,05	0,04	0,9	7,7	8,6	4,3	10	83

PERFIL: 31

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO ÁLICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado substrato folhelhos.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço superior da vertente, com 7% de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 835 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucária.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,2-1,5 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,5-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-9 cm, bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno escuro (10 YR 4/3, seco); argila; moderada pequena a média granular; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

A2 - 9-26 cm, bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno acizentado escuro (10 YR 4/2, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares e granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A3 - 26-37 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

AB - 37-61 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bi - 61-150 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; moderada grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

C - 150-170+ cm, vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 7/8, seco); franco argiloso.

RAÍZES: muitas ate A2, comuns no A3, poucas no AB, raras no Bi.

OBSERVAÇÕES: no topo do Bi observou-se uma linha de cascalhos moderadamente intemperizados.

Muitos poros pequenos e muito pequenos no horizonte A; comuns e pequenos a médios no AB e Bi, poucos poros na camada C.

PERFIL 31: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 9	2	38	16	44	0,36
A2	- 26	2	40	12	46	0,26
A3	- 37	2	39	11	48	0,23
AB	- 61	1	34	16	49	0,33
Bi	- 150	2	38	19	41	0,46
C	- 170+	3	37	24	36	0,67

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,59	1,08	58	35,0	20,7	14,3
2,61	1,10	58	34,4	19,9	14,5
2,62	1,16	56	36,2	24,8	11,4
2,65	1,21	54	38,9	24,2	14,7
2,69	1,21	55	41,6	25,7	15,9
-	-	-	-	-	-

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,6	4,2	3,1	5,3	0,22	14	3
4,6	4,2	1,9	3,3	0,11	17	1
4,8	4,3	1,7	2,9	0,11	16	1
4,9	4,3	1,4	2,4	-	-	Tr
4,9	4,3	0,8	1,4	-	-	Tr
5,1	4,4	0,4	0,7	-	-	Tr

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
1,0	0,21	0,07	1,3	14,8	16,1	5,5	8	81
0,8	0,16	0,06	1,0	13,9	14,9	5,3	7	84
0,6	0,14	0,08	0,8	11,2	12,0	5,0	7	86
0,5	0,11	0,05	0,7	10,4	11,1	4,8	6	88
0,5	0,09	0,09	0,7	9,8	10,5	4,2	6	86
0,6	0,08	0,04	0,7	8,2	8,9	4,9	8	87

PERFIL: 32

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.
LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.
SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na parte média da vertente, com 10,5 % de declive.
LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.
MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.
RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.
ALTITUDE: 825 metros.
PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.
DRENAGEM: bem drenado.
EROSÃO: não aparente.
USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.
CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,5-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-16 cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno (10 YR 4/3, seco); argila; moderada pequena a média granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A2 - 16-36 cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno (10 YR 4/3, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 36-63 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada a forte grande a média blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt1 - 63-90 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada a forte grande a média blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt2 - 90-125 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; moderada a fraca média a grande blocos subangulares; cerosidade fraca e comum; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

BC - 125-160+ cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; moderada a fraca média a grande blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos medianamente intemperizados de cor vermelho-preto, 2 % do volume.

RAÍZES: comuns no A1 e Bt2, poucas no A2, BA, Bt1 e BC.

OBSERVAÇÕES: perfil com 30 cm de água estagnada após uma semana sem chover, porém precedida de abundantes chuvas.

A partir de 160 cm continuou-se com trado e foi possível observar que a camada C começa aproximadamente aos 210 cm.

Poros comuns, médios a pequenos em todo o perfil, diminuindo em quantidade no BC.

PERFIL 32: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 16	1	40	12	47	0,26
A2	- 36	1	38	11	50	0,22
BA	- 63	1	38	11	50	0,22
Bt1	- 90	1	33	13	53	0,25
Bt2	- 125	2	37	12	49	0,24
BC	- 160+	6	33	17	44	0,39

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,59	1,07	59	33,8	21,8	12,1
2,62	1,10	58	35,1	21,8	13,3
2,65	1,16	56	36,1	24,6	11,6
2,68	1,14	57	37,9	24,8	13,1
2,64	1,15	56	35,3	23,3	12,0
2,65	1,18	55	36,0	21,4	14,5

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL					ppm
4,5	4,1	2,4	4,1	0,14	17	2
4,5	4,1	2,3	4,0	0,18	13	1
4,5	4,1	1,5	2,6	-	-	1
4,8	4,2	1,0	1,7	-	-	1
5,0	4,3	0,7	1,2	-	-	Tr
5,1	4,4	0,5	0,9	-	-	Tr

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
0,6	0,21	0,08	0,9	14,4	15,3	4,7	6	84
0,5	0,09	0,04	0,6	12,9	13,5	4,8	5	88
0,4	0,07	0,03	0,5	9,6	10,1	4,6	5	90
0,4	0,06	0,03	0,5	9,2	9,7	4,1	5	89
0,4	0,06	0,03	0,5	6,6	7,1	2,9	7	86
0,3	0,05	0,02	0,4	5,2	5,6	2,3	7	86

PERFIL: 41

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ALICO epidistrófico pouco profundo A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 4 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço superior da vertente, com 2,6 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: plano; regional: ondulado.

ALTITUDE: 870 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,5-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-11 cm, bruno avermelhado escuro (2,5 YR 2,5/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada pequena a média granular e em blocos subangulares; firme a friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 11-25 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada média blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bw1 - 25-44 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada pequena a média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; cerosidade fraca e pouca; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw2 - 44-68 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; fraca pequena a média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável a muito friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw3 - 68-92 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; fraca pequena a média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável a muito friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e irregular.

2-C - 92-120 cm, camada com mais do 90% do volume ocupado por calhaus, de 10 a 20 cm de diâmetro, com aristas angulares, medianamente intemperizados, cor predominante vermelho amarelado; transição abrupta e irregular.

3-Bt1 - 120-170+ cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido), vermelho (2,5 YR 5/8 seco); muito argiloso; moderada média a grande blocos subangulares e angulares, cerosidade moderada e comum; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: muitas no A, Bw2 e Bw3, comuns no BA e Bw1, raras no 2-C e 3-Bt1.

OBSERVAÇÕES: muitos poros pequenos e muito pequenos até a discontinuidade.

PERFIL 41: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/
		----->> % <<-----				argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A	0 - 11	2	7	18	73	0,25
BA	- 25	3	6	16	75	0,21
Bw1	- 44	2	7	17	74	0,23
Bw2	- 68	2	7	17	74	0,23
Bw3	- 92	2	8	19	71	0,27
2-C	- 120	-	-	-	-	-
3-Bt1	- 170+	7	3	21	69	0,30

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
		----->> % em peso <<-----				ppm
Água	KCL					
5,0	4,4	3,3	5,7	-	-	2
4,9	4,4	2,6	4,5	-	-	1
4,9	4,5	1,8	3,1	-	-	1
5,0	4,7	0,9	1,6	-	-	1
5,1	4,8	0,8	1,4	-	-	1
-	-	-	-	-	-	-
5,3	5,1	0,3	0,5	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
							V	
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
2,1	0,17	0,04	2,3	11,5	13,8	1,3	17	36
0,5	0,07	0,02	0,6	8,5	9,1	1,5	6	72
0,2	0,04	0,01	0,3	6,3	6,6	0,9	4	78
0,3	0,04	0,01	0,4	6,1	6,5	0,5	5	59
0,3	0,04	0,02	0,4	5,6	6,0	0,5	6	58
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2	0,05	0,01	0,3	3,0	3,3	0,1	8	28

PERFIL: 42

CLASSIFICAÇÃO: PODZOLICO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO Tb raso A moderado
textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo
ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 4 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na base do terço superior da
vertente, com 8,7 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 865 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,5-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura
original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de
fragmentação e decomposição.

A - 0-8 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho amarelado (5
YR 4/6, seco); argila; moderada pequena a média granular e em blocos
subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso;
transição clara e ondulada.

BA - 8-21 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR
4/6, seco); argila; moderada média blocos subangulares; cerosidade fraca
e pouca; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e
ondulada.

Bt - 21-43 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR
4/8, seco); argila; moderada pequena a média blocos subangulares;
cerosidade fraca e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso;
transição abrupta e irregular.

C - 43-150 cm, camada de cascalhos e calhaus, com predominância destes
últimos. Ocupam entre 80 e 90 % do volume, aumentando em profundidade.
Trata-se de um material medianamente intemperizado cuja cor predominante
é vermelho amarelado. Nos interstícios encontra-se material edafizado de
cor vermelho escuro.

RAÍZES: muitas no A e BA, comuns no Bt, raras no C.

OBSERVAÇÕES: poros comuns e pequenos em todo o perfil.

PERFIL 42: dados analíticos.

Horizonte			Composição granulométrica				Silte/argila	
Simb.	Prof. -cm-		Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila		
A	0 - 8		9	11	28	52		0,54
BA	- 21		3	14	26	57		0,46
Bt	- 43		3	13	24	60		0,40
C	- 150+		-	-	-	-		-
pH			C	Mat. org.	N	C/N	P	
Água	KCL		% em peso				ppm	
5,5	5,3		2,9	5,0	-	-	1	
5,2	5,0		2,4	4,1	-	-	1	
5,0	4,8		0,4	0,7	-	-	1	
-	-		-	-	-	-	-	
Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
							%	
4,9	0,18	0,06	5,1	7,4	12,5	0,0	41	0
3,6	0,17	0,06	3,8	7,0	10,8	0,0	35	0
1,2	0,12	0,05	1,4	7,1	8,5	0,3	16	18

PERFIL: 43

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO ÁLICO epidistrófico Tb A moderado textura muito argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 4 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na parte média da vertente, com 16,7 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 840 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,3-0,6 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 0,6-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-11 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, seco); muito argiloso; moderada a fraca média a pequena granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada; presença de cascalhos medianamente intemperizados, 2 % do volume.

AB - 11-28 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, seco); muito argiloso; moderada a fraca média a grande blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bt1 - 28-54 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca grande a média blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt2 - 54-80 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca grande a média blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada; presença de cascalhos medianamente intemperizados, 2 % do volume.

Bt3 - 80-90 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco); muito argiloso; moderada média a grande blocos subangulares; cerosidade moderada e comum; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BC - 90-150 cm, vermelho (2,5 YR 4/8, úmido), vermelho (2,5 YR 5/4, seco); argila; moderada grande a média blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

C - 150-160 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/6, seco).

RAÍZES: muitas no A, comuns no AB, poucas desde Bt1 até Bt3.

PERFIL: 44

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO epidistrófico podzólico
A moderado textura muito argilosa fase floresta subtropical
perenifólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço inferior da vertente, com
8,7 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 825 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 6,0-0,8 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 0,8-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-11 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), bruno escuro (7,5 YR 4/4, seco); argila; moderada a fraca pequena a média granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 11-30 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a forte média blocos subangulares; cerosidade fraca e comum; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bw1 - 30-58 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw2 - 58-86 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bw3 - 86-102 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), amarelo avermelhado (5 YR , 6/8, seco); muito argiloso; moderada média a pequena blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada; presença de cascalhos intensamente alterados de cor branquecino, 3 % do volume.

BC - 102-180+ cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), amarelo avermelhado (5 YR , 6/8, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos fortemente intemperizados de material amarelo branquecino, 15 % do volume.

RAÍZES: muitas no A, comuns no BA, Bw1 e Bw2, poucas no Bw3, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: a partir de 180 cm continuou-se com trado até 280 cm, o material observado resultou semelhante ao BC em cor e textura ao tacto, porem bem mais umido do que aquele, possivelmente influenciado pela cercania do canal de drenagem. Muitos poros pequenos e muito pequenos ate o horizonte Bw3, a partir do qual observam-se poros comuns e pequenos.

PERFIL 44: dados analiticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A	0 - 11	2	20	18	60	0,30
BA	- 30	2	19	19	60	0,32
Bw1	- 58	3	18	12	67	0,18
Bw2	- 86	2	15	13	70	0,19
Bw3	- 102	2	16	15	67	0,22
BC	- 180+	4	18	21	57	0,37

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de agua		Capacidade de
Particulas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	agua disponivel
			% em volume		
2,61	1,07	59	37,3	21,7	15,5
2,64	1,12	58	36,9	27,3	9,5
2,68	1,10	59	38,1	26,1	12,0
2,66	1,09	59	39,6	28,2	11,4
2,70	1,16	57	39,8	26,7	13,1
2,70	1,22	55	38,7	23,8	14,8

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
5,0	4,5	2,6	4,5	0,15	17	1
4,9	4,3	1,7	2,9	-	-	1
4,9	4,3	1,0	1,7	-	-	1
5,1	4,5	1,2	2,1	-	-	1
5,0	4,4	0,9	1,6	-	-	1
5,3	4,5	0,4	0,7	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
6,6	0,37	0,07	7,0	12,4	19,4	0,9	36	11
0,7	0,14	0,03	0,9	8,9	9,8	2,8	9	76
0,5	0,13	0,05	0,7	11,2	11,9	3,0	6	82
0,5	0,11	0,03	0,6	9,3	9,9	2,8	6	81
0,5	0,14	0,01	0,7	7,2	7,9	1,9	8	75
0,2	0,13	0,04	0,4	5,4	5,8	1,2	7	75

PERFIL: 51

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO ALICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado substrato folhelhos.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no topo da vertente, com 5,2% de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: suave ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 830 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,6-1,5 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,5-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-13 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila arenosa; moderada média a pequena granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A2 - 13-39 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila arenosa; moderada a fraca média a pequena granular e em blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

AB - 39-58 cm, bruno escuro (7,5 YR 4/4, úmido), bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, seco); argila; fraca a moderada média a grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bi1 - 58-85 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido), bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, seco); argila; fraca a moderada média a grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bi2 - 85-108 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/8, seco); argila; moderada a fraca grande a média blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

C1 - 108-140 cm, vermelho (2,5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/8, seco); argila arenosa; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada; presença de cascalhos e calhaus -2 a 3 cm - altamente intemperizados, 30% do volume.

C2 - 140-185+ cm, vermelho (2,5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/8, seco); argila arenosa; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos e calhaus - 2 a 5 cm - altamente intemperizados, 30% do volume.

RAÍZES: muitas até A2, comuns no AB e Bi1, poucas no Bi2, raras no C1.

OBSERVAÇÕES: no topo do C1 observou-se uma linha de cascalhos.

Muitos poros pequenos e muito pequenos até o horizonte AB; muitos poros pequenos e médios nos Bi; poucos poros nas camadas C.

PERFIL 51: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 13	1	48	12	39	0,31
A2	- 39	2	45	11	42	0,26
AB	- 58	2	41	11	46	0,24
Bi1	- 85	2	42	14	42	0,33
Bi2	- 108	2	41	15	42	0,36
C1	- 140	2	48	14	36	0,39
C2	- 185+	3	44	16	37	0,43

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,61	1,06	59	32,1	17,9	14,2
2,59	1,01	61	30,8	16,5	14,3
2,61	1,06	59	33,1	18,6	14,5
2,70	1,08	60	33,2	17,9	15,3
2,68	1,14	57	34,2	19,2	15,1

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,8	4,2	2,6	4,5	0,20	13	2
4,7	4,2	2,3	4,0	0,21	11	1
4,9	4,3	1,5	2,6	0,07	21	1
4,9	4,3	1,0	1,7	-	-	1
5,1	4,3	0,3	0,5	-	-	1
5,1	4,3	0,5	0,9	-	-	1
5,1	4,3	0,7	1,2	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
							%	
1,4	0,14	0,14	1,7	12,1	13,8	3,7	12	69
0,7	0,14	0,08	0,9	11,8	12,7	4,4	7	83
0,5	0,13	0,05	0,7	9,6	10,3	4,1	7	86
0,4	0,13	0,05	0,6	8,9	9,5	4,0	6	87
0,4	0,13	0,04	0,6	8,5	9,1	2,6	6	82
0,3	0,14	0,04	0,5	5,2	5,7	2,6	8	84
0,3	0,14	0,06	0,5	5,4	5,9	3,0	8	86

PERFIL: 52

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na parte média da vertente, com 12,3 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 825 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,9-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-16 cm, bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila arenosa; moderada pequena a média granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A2 - 16-38 cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco), argila arenosa; moderada média blocos subangulares; friável; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

AB - 38-64 cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido), bruno (10 YR 4/3, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bt1 - 64-90 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmido), bruno amarelado (10 YR 5/4, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt2 - 90-110 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila arenosa; moderada grande a média blocos subangulares e angulares; cerosidade fraca e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BC - 110-170 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 7/6, seco); argila arenosa; moderada grande blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos em diferente estado de intemperismo, 3% do volume.

RAÍZES: muitas até AB, comuns no Bt1, poucas no Bt2, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: a partir de 170 cm continuou-se com trado e foi possível observar que a camada C começa aproximadamente aos 200 cm.

Muitos poros pequenos e médios até Bt2 inclusive, poucos poros médios no BC.

PERFIL 52: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 16	1	48	14	37	0,38
A2	- 38	1	48	12	39	0,31
AB	- 64	1	42	12	45	0,27
Bt1	- 90	1	40	12	47	0,26
Bt2	- 110	1	45	10	44	0,23
BC	- 170+	1	48	11	40	0,28

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,63	1,04	60	29,1	14,7	14,3
2,67	1,07	60	28,8	15,5	13,3
2,69	1,14	58	30,8	17,6	13,2
2,66	1,11	58	31,2	17,6	13,6
2,69	1,15	57	31,9	19,0	12,9
2,70	1,12	59	30,6	17,5	13,1

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,7	4,1	2,3	4,0	0,11	21	1
4,7	4,1	1,5	2,6	0,07	21	1
4,7	4,1	1,2	2,1	0,07	17	1
4,8	4,2	0,9	1,6	-	-	1
5,0	4,3	0,5	0,9	-	-	1
5,0	4,3	0,7	1,2	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
2,4	0,15	0,11	2,7	11,2	13,9	4,5	19	63
0,8	0,14	0,08	1,0	10,6	11,6	4,5	9	82
0,5	0,14	0,06	0,7	9,7	10,4	4,6	7	87
0,4	0,14	0,05	0,6	8,6	9,2	4,0	6	87
0,5	0,13	0,04	0,7	6,5	7,2	3,0	9	82
0,4	0,14	0,05	0,6	5,2	5,8	2,5	10	81

PERFIL: 53

CLASSIFICAÇÃO: REGOSSOLO ÁLICO Tb A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado.
 LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.
 SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço inferior da vertente, com 5,2% de declive
 LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.
 MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.
 RELEVO: local: suave ondulado; regional: ondulado.
 ALTITUDE: 810 metros.
 PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.
 DRENAGEM: moderada a imperfectamente drenado.
 EROSAO: não aparente.
 USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.
 CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,0-0,5 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 0,5-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-11 cm, bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila; moderada a forte pequena a média granular e em blocos subangulares; firme a muito firme; plástico e pegajoso; transição clara e plana.

A2 - 11-16 cm, bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 5/3, seco); argila; forte média a grande blocos angulares; firme a muito firme; plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

AC - 16-32 cm, cinzento escuro (10 YR 4/1, úmido), bruno claro acizentado (10 YR 6/3, seco); argila; forte grande a média blocos angulares; muito firme; plástico e pegajoso; transição clara e plana.

C - 32-68+ cm, bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 7/6, seco); muito argiloso; muito firme; muito plástico e muito pegajoso.

RAÍZES: comuns no A1, poucas no A2, raras no AC.

OBSERVAÇÕES: no AC observou-se maior umidade que nos supra e subadjacentes, inclusive dentro dos blocos. Possivelmente atue como conduto de drenagem d'água de translocação lateral interna devido a lenta permeabilidade da camada C.
 Poros comuns muito pequenos e pequenos no A1 e A2; poucos poros pequenos no AC; praticamente ausentes no C.

PERFIL 53: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 11	2	12	35	51	0,69
A2	- 16	5	10	31	54	0,57
AC	- 32	5	8	32	55	0,58
C	- 68+	2	14	27	57	0,47

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
2,57	1,10	57	37,5	21,1	16,0
2,57	1,17	54	37,2	22,7	14,5
2,69	1,26	53	40,8	26,4	14,4
-	-	-	-	-	-

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL	% em peso				ppm
4,3	3,8	3,8	6,6	0,25	15	4
4,3	3,8	2,6	4,5	0,25	10	3
4,4	3,8	1,8	3,1	-	-	1
4,9	4,1	0,7	1,2	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor V	Al*10
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
2,3	0,34	0,15	2,8	16,5	19,3	5,3	14	66
1,5	0,24	0,14	1,9	15,8	17,7	5,8	11	76
1,9	0,20	0,10	2,2	15,0	17,2	6,1	13	73
2,6	0,14	0,06	2,8	8,3	11,1	3,6	25	56

PERFIL: 61

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A proeminente textura muito argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço superior da vertente, com 2,6 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: plano; regional: ondulado.

ALTITUDE: 825 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,2-1,5 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,5-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-17 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmido), bruno avermelhado (5 YR 4/4, seco); argila; moderada a fraca pequena a média granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

AB - 17-33 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmido), bruno avermelhado (5 YR 4/4, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares e granular; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

BA - 33-54 cm, bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); argila; moderada a fraca média a pequena blocos subangulares e granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bw1 - 54-87 cm, bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada a fraca média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw2 - 87-113 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/6, seco); muito argiloso; moderada média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bw3 - 113-160 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco); muito argiloso; moderada média blocos subangulares, se desfaz em forte muito pequena granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

BC - 160-180+ cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 5/8, seco); argila; moderada média blocos subangulares; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos medianamente intemperizados de cor avermelhada, 3 % do volume.

RAÍZES: muitas até Bw1, comuns no Bw2 e Bw3, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: a partir de 180 cm continuou-se com trado até 280 cm, foi possível observar que a camada C começa aproximadamente aos 260 cm, constituída por um material amarelo avermelhado e cujo grau de edafização é bem menor do que o horizonte BC.
 Todo o perfil é muito poroso com predomínio de poros pequenos e muito pequenos.

PERFIL 61: dados analíticos.

Horizonte			Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-		Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A	0 - 17		2	30	12	56	0,21
AB	- 33		1	30	15	54	0,28
BA	- 54		1	26	14	59	0,24
Bw1	- 87		1	24	12	63	0,19
Bw2	- 113		1	23	13	63	0,21
Bw3	- 160		1	24	12	63	0,19
BC	- 180+		2	27	14	57	0,25

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
			15 atm.	1/3 atm.	água disponível
Partículas Solo			% em volume		
2,64	1,03	61	37,2	20,5	16,7
2,71	1,08	60	36,1	21,8	14,4
2,69	1,04	61	36,9	23,5	13,4
2,70	1,10	59	35,9	23,6	12,3
2,70	1,07	60	36,7	24,4	12,4
2,71	1,15	58	37,2	23,7	13,5
2,69	1,15	57	36,1	23,3	12,9

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Agua	KCL		% em peso			ppm
4,5	4,1	2,8	4,8	0,18	16	1
4,6	4,2	2,4	4,1	0,20	12	1
4,7	4,2	1,4	2,4	-	-	1
4,7	4,2	1,1	1,9	-	-	1
4,8	4,3	0,8	1,4	-	-	1
5,2	4,4	0,6	1,0	-	-	1
5,2	4,4	0,3	0,5	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
0,5	0,15	0,10	0,8	13,9	14,7	4,6	5	86
0,3	0,17	0,06	0,5	11,4	11,9	4,3	4	89
0,4	0,15	0,05	0,6	10,0	10,6	3,9	6	87
0,4	0,15	0,04	0,6	9,0	9,6	3,5	6	86
0,2	0,15	0,04	0,4	7,4	7,8	2,6	5	87
0,3	0,14	0,03	0,5	5,0	5,5	1,2	9	72
0,3	0,16	0,08	0,5	5,1	5,6	1,7	10	76

PERFIL: 62

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na parte média da vertente, com 17,6 % de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 810 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,7-1,2 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,2-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A1 - 0-9 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada pequena a média granular e em blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

A2 - 9-25 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco), argila; moderada média a pequena blocos subangulares e granular; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

AB - 25-46 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada a forte média blocos subangulares; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bt1 - 46-77 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; cerosidade moderada e comum; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt2 - 77-103 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/8, seco); argila; moderada média blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BC - 103-170+ cm, vermelho (2,5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/6, seco); argila; moderada média blocos subangulares e angulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos em diferente estado de intemperismo, 4% do volume.

RAÍZES: muitas até A2, comuns no AB, poucas no Bt1 e Bt2, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: presença de crotovinas de 5 a 10 cm no A1, A2 e AB.

A partir de 170 cm continuou-se com trado e foi possível observar que a camada C começa aproximadamente aos 210 cm.

Poros comuns, pequenos a médios, ao longo de todo o perfil.

PERFIL 62: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A1	0 - 9	2	38	15	45	0,33
A2	- 25	3	36	14	47	0,30
AB	- 46	2	32	12	54	0,22
Bt1	- 77	2	26	13	59	0,22
Bt2	- 103	2	29	17	52	0,33
BC	- 170+	2	33	19	46	0,41

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,62	1,01	61	38,1	22,2	15,9
2,62	1,03	61	33,9	20,8	13,1
2,70	1,10	59	38,2	21,9	16,4
2,70	1,14	58	38,9	24,0	15,0
2,65	1,11	58	39,4	25,0	14,4
2,73	1,19	56	38,0	21,9	16,1

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,7	4,0	3,2	5,5	0,24	13	2
4,5	3,9	2,6	4,5	0,18	14	1
4,7	4,1	2,0	3,4	-	-	1
4,8	4,2	1,4	2,4	-	-	1
4,9	4,2	0,9	1,6	-	-	1
4,8	4,2	0,3	0,5	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
0,5	0,19	0,07	0,8	15,1	15,9	5,5	5	88
0,4	0,15	0,10	0,7	15,1	15,8	6,1	4	90
0,5	0,15	0,10	0,8	12,1	12,9	5,2	6	87
0,3	0,16	0,08	0,5	10,5	11,0	5,0	5	90
0,3	0,15	0,07	0,5	9,2	9,7	4,0	5	89
0,2	0,14	0,07	0,4	7,0	7,4	4,3	6	91

PERFIL: 71

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ALICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.
 LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.
 SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço superior da vertente, com 3,5% de declive.
 LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.
 MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.
 RELEVO: local: suave ondulado; regional: ondulado.
 ALTITUDE: 820 metros.
 PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.
 DRENAGEM: bem drenado.
 EROSAO: não aparente.
 USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.
 CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 5,6-1,0 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,0-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-15 cm, bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), bruno (10 YR 4/3, seco); argila arenosa; moderada pequena a média granular e em blocos subangulares; firme a friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

AB - 15-34 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/3, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco), argila; moderada média a pequena blocos subangulares; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BA - 34-54 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; moderada a forte média a grande blocos subangulares; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bt - 54-92 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; moderada a forte grande blocos subangulares e angulares; cerosidade moderada e comum; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

BC - 92-130+ cm, vermelho (2,5 YR 4/8, úmido), vermelho (2,5 YR 5/8, seco); argila; moderada a forte média a grande blocos subangulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de cascalhos pouco intemperizados, 5% do volume.

RAÍZES: muitas até A, comuns no AB e BA, poucas no Bt, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: perfil com 20 cm de água estagnada após uma semana sem chover, porém precedida de abundantes chuvas. A partir dos 130 cm continuou-se com trado e foi possível observar que a camada C começa aproximadamente aos 180 cm, constituída por material argiloso de cor amarelo avemelhado.

Muitos poros pequenos no A1 e AB; poros comuns pequenos no BA e Bt; poucos poros no BC.

PERFIL 71: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	argila
A	0 - 15	1	45	12	42	0,29
AB	- 34	1	39	12	48	0,25
BA	- 54	2	37	11	50	0,22
Bt	- 92	3	37	10	50	0,20
BC	- 130+	1	40	10	49	0,20

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,64	1,12	58	35,9	23,6	12,4
2,68	1,21	55	36,3	24,9	11,4
2,71	1,20	56	35,5	21,1	12,4
2,69	1,18	56	38,7	24,5	14,2
2,71	1,23	55	39,7	24,7	15,0

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,6	4,1	2,7	4,7	0,18	15	1
4,7	4,2	1,7	2,9	0,10	17	Tr
4,7	4,2	1,2	2,1	-	-	1
4,6	4,2	1,2	2,1	-	-	Tr
5,0	4,4	0,6	1,0	-	-	Tr

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
1,1	0,15	0,06	1,3	13,8	15,1	4,1	9	76
0,3	0,15	0,06	0,5	9,7	10,2	3,9	5	88
0,4	0,15	0,07	0,6	8,5	9,1	3,7	7	86
0,3	0,15	0,06	0,5	7,6	8,1	3,0	6	85
0,2	0,15	0,05	0,4	5,0	5,4	1,6	7	80

PERFIL: 72

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO ÁLICO latossólico A proeminente textura muito argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta na parte média da vertente, com 7% de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: suave ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 815 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,5-0,8 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 0,8-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-20 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/2, úmido), bruno avermelhado (5 YR 4/4, seco); argila; moderada a fraca pequena a média granular e em blocos subangulares; friável a firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

AB - 20-33 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmido), bruno amarelado (5 YR 4/6, seco); argila; moderada a forte média a grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bt1 - 33-55 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); muito argiloso; moderada grande a média blocos subangulares, se desfaz com aspecto de forte muito pequena granular; cerosidade fraca e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bt2 - 55-78 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 5/6, seco); muito argiloso; moderada grande a média blocos subangulares, se desfaz com aspecto de forte muito pequena granular; cerosidade fraca e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.

Bt3 - 78-100 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco); muito argiloso; moderada média a grande blocos subangulares, se desfaz com aspecto de forte muito pequena granular; cerosidade fraca e comum; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

BC - 100-150+ cm, vermelho (2,5 YR 4/8, úmido), vermelho (2,5 YR 5/8, seco); argila; moderada média a grande blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: muitas até AB, comuns no Bt1, Bt2 e Bt3, raras no BC.

OBSERVAÇÕES: perfil com 20 cm de água estagnada após uma semana sem chover, porém precedida de abundantes chuvas. A partir de 150 cm continuou-se com trado até 250 cm observando-se que a camada C começa aproximadamente aos 210 cm, constituída por um material pouco edafizado, argiloso, de cor amarelo avermelhado. Muitos poros pequenos até o horizonte BC no qual observou-se poros comuns médios a pequenos.

PERFIL 72: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	argila
A	0 - 20	2	32	17	49	0,35
AB	- 33	2	28	14	56	0,25
Bt1	- 55	1	25	10	64	0,16
Bt2	- 78	1	26	8	65	0,12
Bt3	- 100	2	26	10	62	0,16
BC	- 150+	1	27	13	59	0,22

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,60	1,06	59	36,3	23,8	12,5
2,62	1,09	58	37,3	24,1	13,2
2,67	1,15	57	40,1	27,9	12,2
2,65	1,14	57	39,7	26,9	12,8
2,71	1,13	58	39,2	26,8	12,4
2,72	1,18	57	42,0	28,1	13,9

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,4	4,0	2,9	5,0	0,27	11	Tr
4,5	4,1	2,2	3,8	0,11	20	Tr
4,7	4,2	1,2	2,1	-	-	Tr
4,7	4,2	0,8	1,4	-	-	Tr
4,7	4,2	0,5	0,9	-	-	Tr
4,7	4,3	0,2	0,3	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	%	Al+S
1,8	0,16	0,04	2,0	16,4	18,4	4,2	11	68
0,5	0,14	0,08	0,7	11,9	12,6	4,1	6	85
0,4	0,16	0,07	0,6	10,7	11,3	3,8	6	86
0,3	0,16	0,07	0,5	10,2	10,7	3,8	5	88
0,4	0,15	0,05	0,6	7,8	8,4	1,9	7	76
0,4	0,15	0,05	0,6	4,9	5,5	1,0	11	63

PERFIL: 73

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO ÁLICO Tb epidistrófico A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado substrato folhelhos.

LOCALIZAÇÃO: talhão 26 da FLONA de IRATI.

SITUAÇÃO e DECLIVE: trincheira aberta no terço inferior da vertente, com 15,8% de declive.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: folhelhos da Formação Serra Alta.

MATERIAL DE ORIGEM: resíduos intemperizados dos folhelhos.

RELEVO: local: ondulado; regional: ondulado.

ALTITUDE: 795 metros.

PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: não pedregoso e não rochoso.

DRENAGEM: bem drenado.

EROSÃO: não aparente.

USO ATUAL: reflorestamento de araucaria.

CLIMA: Cfw da classificação de Koeppen.

Oo - 4,8-1,5 cm, resíduos orgânicos que permitem identificar a estrutura original a olho nu; cujo grau de decomposição é nulo ou incipiente.

Odo - 1,5-0 cm, predominam os resíduos orgânicos em avançado grau de fragmentação e decomposição.

A - 0-18 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), bruno (7,5 YR 4/4, seco); argila; moderada pequena a média blocos subangulares e granular; firme a friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

AB - 18-37 cm, bruno escuro (7,5 YR 3/3, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; moderada média a pequena blocos subangulares; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Bi1 - 37-78 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/6, seco); argila; moderada a fraca média blocos subangulares; friável a firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

Bi2 - 78-123 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/8, seco); argila; moderada a forte grande a média blocos angulares; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana; presença de cascalhos, a maioria em avançado grau de intemperismo enquanto outros muitos duros e de cor preto, 4% do volume.

C - 123-175+ cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), rosado (5 YR 8/4, seco); argila; firme a friável; plástico e ligeiramente pegajoso; presença de calhaus em avançado estado de alteração, 10 % do volume.

RAÍZES: muitas no A, comuns no AB e Bi1, poucas no Bi2, raras no C.

OBSERVAÇÕES: muitos poros pequenos no A1; poros comuns pequenos e médios até Bi2 inclusive; poucos poros no C.

PERFIL 73: dados analíticos.

Horizonte		Composição granulométrica				Silte/argila
Simb.	Prof. -cm-	Ar. grossa	Ar. fina	Silte	Argila	
A	0 - 18	2	22	22	54	0,41
AB	- 37	1	24	19	56	0,34
Bi1	- 78	1	23	19	57	0,33
Bi2	- 123	2	22	20	56	0,36
C	- 175+	1	23	31	45	0,69

Densidade -g/cm3-		Porosidade	Retenção de água		Capacidade de
Partículas	Solo		15 atm.	1/3 atm.	água disponível
			% em volume		
2,61	1,12	57	38,9	25,6	13,3
2,66	1,16	56	38,8	25,6	13,2
2,66	1,15	57	41,5	26,5	15,0
2,69	1,21	55	40,4	28,0	12,4
-	-	-	-	-	-

pH		C	Mat. org.	N	C/N	P
Água	KCL		% em peso			ppm
4,8	4,2	2,6	4,5	0,11	24	2
4,6	4,0	2,2	3,8	0,18	12	1
4,5	3,9	1,5	2,6	-	-	1
4,9	4,2	0,7	1,2	-	-	1
5,0	4,2	0,2	0,3	-	-	1

Complexo sortivo - mE / 100 g -							Valor	Al*100
Ca+Mg	K	Na	Valor S	H+Al	Valor T	Al	V	Al+S
5,4	0,33	0,13	5,9	12,5	18,4	1,7	32	22
2,2	0,25	0,05	2,5	11,5	14,0	3,8	18	60
0,7	0,16	0,08	0,9	10,1	11,0	4,5	9	83
0,5	0,16	0,18	0,8	9,3	10,1	3,5	8	81
0,5	0,22	0,03	0,8	6,0	6,8	3,8	11	84

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRAE, F. & KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de Araucaria de 17 anos em Passo Fundo. RS. Parte 2: Inventário de nutrientes. In: Pesquisas Austro-brasileiras 1973-82 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucaliptus saligna. Santa Maria. RS. Univ. Fed. de Santa Maria. p: 30-55. 1983.
2. ----- & ----- A distribuição de raízes finas del pinheiro bravo (Podocarpus lambertii) e do pinheiro brasileiro (Araucaria angustifolia) In: Pesquisas Austro-brasileiras 1973-82 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucaliptus saligna. Santa Maria. RS. Univ. Fed. de Santa Maria. p: 56-67. 1983.
3. BARUSSO, A. P. A determinação de funções de crescimento mediante análise de tronco. Curitiba, 1977. 133 p. Dissertação. Mestrado. Univ. Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
4. BLUM, W.E.H. Ecologia da Araucaria angustifolia e futuras condições do reflorestamento no sul do Brasil. Brasil madeira. Vol. 1 (7): 10-12. 1977.
5. ----- Ecophysiological and phylogenetic aspects of Araucariaceas with special consideration of Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze.. IUFRO. Encontro. 1979. In: Problemas florestais do gênero Araucaria. Curitiba. FUFEP. Actas. p: 71-74. 1980.
6. ----- Site-nutrition-growth interrelationship of Araucarias. IUFRO. Encontro. 1979. In: Problemas florestais do gênero Araucaria. Curitiba. FUFEP. Actas. p: 119-130. 1980.
7. BOULET, R.; HUMBEL, F.X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. II- Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. Pédologie, XIX (4): 323-339. 1982.
8. -----; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. I- Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports á la connaissance des sols. Pédologie, XIX (4): 309-321. 1982.
9. BURGER, D. Ordenamento florestal. Terceira edição corrigida. Curitiba, FUFEP. 1979. 140p.
10. CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. B. Inf. Soc. Bras. Ci. Solo, Campinas, 12(1): 11-33. 1987.
11. CARMEAN, W. H. Forest site quality evaluation in the United States. Advances in Agronomy, 27: 208-69. 1975.

12. CASSOL, C.A. Relações entre características do solo, crescimento e produtividade em povoamentos implantados de Araucaria angustifolia (Bert) O Ktze em Passo Fundo RS. Santa Maria. 81 p, 1982. Dissertação. Mestrado. UFSM. Curso Pós graduação em Agronomia.
13. COILE, T.S. Soil and the growth of forest. Advances in Agronomy, 4: 329-398. 1952.
14. COZZO, D. Ubicación y riqueza de los bosques espontáneos de "Pino" Paraná (Araucaria angustifolia) existentes en la Argentina. Rev. For. Argent., 4(2): 47. 1960.
15. ----- Distribuição fitogeográfica en la Argentina de Araucaria araucana y A angustifolia. IUFRO. Encontro. 1979. In: Problemas florestais do gênero Araucaria. Curitiba. FUPEF. Actas. p: 1-3. 1980.
16. DE HOOGH, R.J. Site-nutrition-growth relationships of Araucaria angustifolia (Bert) O Ktze in southern Brasil. Ph.D. Thesis. Freiburg. Germany, 161 p. 1981.
17. ----- & DIETRICH, A.B. Relação crescimento-sítio de Araucaria angustifolia (Bert) O Ktze em povoamentos plantados. Anais III Congr. Florestal Brasileiro. Manaus. 1978. Silvicultura, 14: 34-40. 1979.
18. ----- & ----- Avaliação de sítio para Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze. em povoamentos artificiais. Brasil Florestal, 10 (37): 19-71. 1979.
19. ----- & BLUM, W.E.H. Regeneração do pinheiro do paraná. Subprograma solos, sítio e nutrição. Convênio FINEP-UFPR. Relatório final. Curitiba. 129 p, 1981.
20. ----- ; DIETRICH, A.B.; AHRENS, S. Classificação de sítio, tabelas de volume e de produção para povoamentos artificiais de Araucaria angustifolia. Brasil florestal 9 (36): 58-82. 1978.
21. ----- ; VAN GOOR, C. P. ; BLUM, W.E.H. Response of planted Araucaria angustifolia to N, P, K, Ca and B fertilization, 3 and 7 application. IUFRO. Encontro. 1979. In: Problemas florestais do gênero Araucaria. Curitiba. FUPEF. Actas. p: 136-144, 1980.
22. DIETRICH, A.B. Relações entre dados analíticos do solo, análise foliar e dados de crescimento de Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze. Curitiba, 85 p, 1977. Dissertação. Mestrado. UFPR. Curso Pós Graduação em Engenharia Florestal.
23. DOLDAN, M. E. Q. Desenvolvimento da altura dominante de Pinus taeda L como resposta aos estímulos dos fatores do meio, na Região de Ponta Grossa. Curitiba, 119 p, 1987. Dissertação. Mestrado. UFPR. Curso Pós Graduação em Engenharia Florestal.
24. DRAPER, N & SMITH, H. Applied regression analysis. Ed. John Wiley and Sons. 1981. 270 p.

25. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. 1979. s.p.
26. ----- Definição e notação de horizontes e camadas do solo. 2 ed. revista e atualizada. Rio de Janeiro. 1988. 54 p.
27. ----- Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro. 1988. 67 p.
28. ----- & FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANA. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. 2 Tomos, ilust, Boletim de Pesquisa 27. 1984. 791 p.
29. FERNANDES BARROS, O. N. Análise estrutural e cartografia de solos em Manila, Estado de São Paulo: ensaio metodológico. São Paulo, 146 p, 1985. Dissertação. Mestrado. Univ. de São Paulo, Depto de Geografia.
30. FERREYRA, C. Utilización de la tierra. Mapa forestal. Convenio UNaM - Gob. de la Provincia de Misiones. Argentina. 1987.
31. GODOY, H.; CORREIA, A. R.; SANTOS, D. Clima do Parana. In: Fundação do Instituto Agrônômico do Paraná. Manual Agropecuário para o Paraná. Londrina. 1976.
32. GOLFARI, L. Regiones potencialmente aptas para plantaciones de pinos y otras coníferas en America Latina. IDIA, Suplemento Forestal, p: 19-48. 1965.
33. ----- Coníferas aptas para o reflorestamento nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. B. Técnico IBDF, 1: 3-71. 1971/74.
34. ----- & BARRETT, W.H.G. Comportamiento de las coníferas en Puerto Piray, Misiones. IDIA, Suplemento Forestal, 4: 31-52, 1967.
35. HAGGLUND, B. Evaluation of forest site productivity. Forestry abstr., 42(11): 515-527. 1981.
36. HOPPE, J.H. Relações entre dados analíticos do solo, análise foliar e dados de incremento de Araucaria angustifolia (Bert) O Ktze na FLONA de Passo Fundo, RS. Curitiba, 90 p. 1980. Dissertação. Mestrado. UFPR. Curso Pós Graduação em Engenharia Florestal.
37. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL & FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA. Carta florestal da FLONA de Irati, IBDF, Curitiba. 1986.
38. ----- & ----- Carta planialtimétrica da FLONA de Irati, IBDF, Curitiba. 1987.
39. ----- & ----- Carta de classes de declividade da FLONA de Irati, IBDF, Curitiba. 1987.
40. ----- & ----- Plano de manejo da FLONA de Irati, IBDF, Curitiba. 1988. (Em andamento).

41. KRAPFENBAUER, A. & ANDRAE, F. Inventário de um reflorestamento de Araucaria de 17 anos em Passo Fundo. RS. Parte 1: inventário de biomassa. In: Pesquisas Austro-brasileiras 1973-82 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucaliptus saligna. Santa Maria. RS. Univ. Fed. de Santa Maria. p: 16-29. 1983.
42. LA BASTIDE, J.G.A. & VAN GOOR, C.P. Growth-Site relationships in plantations of Pinus ellittii and Araucaria angustifolia in Brazil. Plant and Soil, 32: 349-366. 1970
43. LASSERRE, S.R. Los suelos de Misiones y su capacidad de uso para plantaciones de coníferas. IDIA, Suplemento Forestal. 1968.
44. -----; VAIRETTI, M.; LASSERRE, E.N.E. de. Crescimento de Araucaria angustifolia (Bert) O Ktze., em distintos tipos de suelos de Puerto Piray, Misiones. IDIA, Suplemento Forestal. 7: 36-45. 1972.
45. LEMOS, R. C. & SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solos no campo. Campinas. Soc. Bras. Ci. do Solo. SNLCS. 1984. 46p.
46. MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba. 1968. 350 p.
47. MACHADO, S. de A. Inventário nacional das florestas plantadas nos Estados do Paraná e Santa Catarina. Brasília, IBDF. 1984. 284 p.
48. ----- . Obtenção de dados dendrométricos como base para o manejo florestal. Espaço Florestal, 1(2): 18:23. 1985.
49. ----- & SIQUEIRA, J.D.P. Distribuição natural da Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze. IUFRO. Encontro. 1979. In: Problemas florestais do gênero Araucaria. Curitiba. FUPEF. Actas. p: 4-9, 1980
50. OLIVEIRA, B. de. As regiões de ocorrência normal da Araucaria. An. Bras. Econ. Flor., 1(1): 185-199. 1948.
51. PAULA SOUZA, D. H. Aspectos hidroológicos dos principais solos do norte do Paraná. Tese de Concurso para Provimeto efetivo da cadeira de solos da Escola de Agronomia e Veterinária da UFPR., Curitiba. 1968. 117 p.
52. PELLICO NETTO, S. Inventário florestal nacional, florestas nativas: Paraná/Santa Catarina. Brasília, IBDF. 1984. 309 p.
53. PETERS, D. B. Water availability. In: BLACK, C. A. et alii: Methods of soils analisys. Madison. 1965. p:279-258.
54. PRITCHETT, W.L. Properties and management of forest soil. Ed. John Wiley and Sons. 1979. 500 p,
55. PRODAN, M. Forsthliche biometrie. Munchen. 1961.
56. QUAGGIO, J. A. & RAIJ, B. Van. Comparação de métodos rápidos para a determinação de matéria orgânica em solos. R. bras. Ci. Solo 3:184-187. 1979.

57. QUEIROZ NETO, J.P. de; CASTRO, S.S.; BOULET, R.; NICOLA, S.M.; MIKLOS, A. de W. e FERNANDES BARROS, O.N. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil de sudeste. Guia de excursão. XXI Cong. Bras. de Ciência do Solo. Campinas, 1987.
58. REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. Ed. Manole Ltda. 1987. 188 p.
59. REISSMANN, C.B. Classificação de sítio para *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* no segundo planalto do Estado de Paraná. Projeto. Fundação da UFPR para o desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura. Curitiba. 1983.
60. -----; RODERJAN, C. V. C.; KUHİYOSHI, Y. S. Análise química do húmus em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. Silvicultura em São Paulo, 16 A(1): 575-578. 1982.
61. -----; SANTOS FILHO, A.; ROCHA, H. O DA; ZOTTL, H. W.; BLUM, W. E. H. Crescimento e níveis de macro e micronutrientes em *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* sobre solos derivados do grupo Itararé (Carbonífero). Rev. Set. Ciênc. Agr. 9:113-119. 1987.
62. ROCHA, H. O. DA. *A Araucaria angustifolia* em algumas unidades pedológicas na Fazenda Santa Mônica. 1968. Inédito.
63. SALAS, G. Factores edáficos y climáticos en la clasificación de sitios forestales. Inderema, 1: 15-30. 1974.
64. SANTOS FILHO, A & ROCHA, H. O. DA. Principais características dos solos que influem no crescimento do *Pinus taeda* L no 2 Planalto Paranaense. Rev. Set. Ciênc. Agr. 9:107-111. 1987.
65. SCHMIDLIN KEIL, S. Influência das características físicas e armazenamento de água no desenvolvimento em altura da Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze. em solos do segundo Planalto Paranaense. Curitiba, 1989. Dissertação. Mestrado. UFPR. Curso Pós Graduação em Agronomia.
66. VAN GOOR, C.P. Reflorestamento com coníferas no Brasil. B. Sector Inv. Flor., 9, Rio de Janeiro. 1965.
67. VAN Der VLIET, C. O pinheiro brasileiro plantado de mudas com raízes cortadas. Anu. Bras. Econ. Flor., 10: 89-102. 1958.
68. VAN LEAR, D & HOSNER, J. Correlation of site index and soil mapping units. Journal Forestry, 65(1): 22-24. 1967.
69. ZAHNER, R. Site-quality relationships of pine forest in Southern Arkansas and Northern Louisiana. Forest Sci., 4(2): 162-176, 1958.
70. ZAHNER, R. Loblolly pine site curves by soil groups. Forest Sci., 8(2): 104-110, 1965.
71. ZOTTL, H. W. & TSCHINKEL, H. Nutrición y fertilización forestal: una guía práctica. Medellín, Univ. Nac. de Colombia, 1971. 116 p.